

Eppu Tarma

# Tuotannon vaikutus tuotekustannuksiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinöörityö

9.5.2018

Tekijä Otsikko	Eppu Tarma Tuotannon vaikutus tuotekustannuksiin
Sivumäärä Aika	43 sivua + 2 liitettä 9.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Tilaus-toimitusketjun hallinta
Ohjaajat	Tuotantopäällikkö Timo Eronen Lehtori Sakari Lind
<p>Insinööritöiden tarkoituksena oli perehtyä elektroniikkateollisuudessa toimivan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän tuotannonsuunnittelumoduulin perustietoihin. Pää tavoitteena oli päivittää välittömät tuotekustannuksiin vaikuttavat tiedot ja tutkia, onko muissa perustiedoissa kehittymismahdollisuuksia. Työn tavoitteena oli myös muodostaa vaiheluettelotietojen ylläpitämiseen toimintamalli ja dokumentaatio, joka helpottaa tuotannonsuunnittelijoiden työtä. Työ rajattiin sisältämään vain tuotannon työstä aiheutuneet suorat työvoimakulut. Materiaali- ja yleiskustannukset eivät sisällyneet työn aihealueeseen.</p> <p>Työ tehtiin tutkimalla toiminnanohjausjärjestelmän perustietojen ajantasaisuutta toiminnanohjausjärjestelmässä ja tuotannossa. Ylläpitodokumentaatio tehtiin havaintojen ja kyselytutkimuksen pohjalta, joka suoritettiin muille perustietojen päivittäville henkilöille. Perustietojen tutkiminen sisälsi vaiheajakuetteloiden, työpistetietojen ja osaluettelotietojen vertaamisen SAP:n tietojen ja oikean tuotantoalueella olevan tilanteen välillä. Nykytilan kuvauksessa otettiin huomioon tuotettavien laitteiden laaja-alaisuus, monimutkaisuus ja asiakaskohtaiset laitekonfiguraatiot. Pääpaino oli vaiheajakuettelotietojen tutkimisessa, jonka ohella sivuttiin osaluettelotietoja, jotka vaikuttavat lähtökohtaisesti enemmän materiaalikustannuksiin.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena saatiin päivitetty vaiheluettelotiedot, kehitysideoita vaiheajakojen mittaamiseen ja toimintaohje vaiheajakuettelotietojen ylläpitoon. Työssä päivitettiin vain yhden tuotantoalueen vaiheajakuetteloa, pää tavoitteena saada standardimuotoinen vaiheajakuettelo, jota voidaan hyödyntää muillakin tuotantoalueilla. Vaiheajakuettelotietojen yhteneväisyys auttaa ylläpitämään perustietoja ja helpottaa vaiheajakojen mittaamista tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	SAP, vaiheajakuettelo, tuotekustannus, ylläpito

Author Title	Eppu Tarma Impact of production on product costs
Number of Pages Date	43 pages + 2 appendices 9 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management and Engineering
Specialisation option	Supply Chain Management
Instructors	Timo Eronen, Production Manager Sakari Lind, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to explore the master data of SAP ERP Production Planning module of the point of view of a company that operates in the electronics industry. The main goal was to update data that was related to product costs directly from the point of view of a production and to investigate if there was any possibility of developing the master data. The second goal was to form a maintenance procedure and documentation for routing data, which would help the work of other production planners. The main contribution of the thesis was focused on labor costs in production, excluding material and overhead costs.</p> <p>The thesis was done by researching the timeliness of SAP master data in the ERP system and in the actual production area. Maintenance documentation was done from observations based on this study and the results of a web survey, which was given for people that regularly upkeep master data for the Production Planning module. The research of master data consisted of routing, work center and bill of material data and a comparison between the SAP data and the actual situation in the production area. In the present state analysis, complexity of products and customer configuration options were taken into consideration. Emphasis was on routing research, less focused on bill of material information, which will mostly affect material costs.</p> <p>The result of this thesis was updated routing data, development ideas for measuring the operation times for routing and creating a procedure for maintaining the routing. This thesis was focused on updating routing data in one production area, and the main goal was to form standardized data for routing that can be utilised in other production areas as well. Similarity of routing data helps maintaining the data and helps measuring operation times in the future.</p>	
Keywords	SAP, routing, product cost, maintenance

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ABB Oy	2
2.1	Taajuusmuuttaja	3
2.2	Large Drives -tuotantoalueen tuotteet	3
2.3	Tuotantoalue	5
3	Tuotannonohjaus	7
3.1	Toiminnanohjausjärjestelmä	7
3.2	Tuotantomuodot	7
3.3	Tuotantomuotojen ohjaus	8
3.4	Tilauksen kohdennuspiste	9
3.5	Tuotantotilan asettelu	10
3.5.1	Tuotantolinja	10
3.5.2	Funktionaalinen asettelu	11
3.5.3	Soluasettelu	12
4	SAP SE -yritys ja SAP ERP -toiminnanohjausjärjestelmä	13
4.1	Osaluettelo	13
4.1.1	Osaluettelon eri tasot	14
4.1.2	Konfiguroitava osaluettelo	15
4.2	Vaiheluettelotiedot	16
4.2.1	Tehtäväluetteloryhmä	17
4.2.2	Operaatiot ja sekvenssit	18
4.3	Työpiste	20
5	SAP:n perustietojen nykytila Large Drives -tuotantoalueella	21
5.1	Vaiheluettelotiedot	22
5.2	Työpiste- ja osaluettelotiedot	24
5.3	Vaiheluetteloryhmät ja niiden sekvenssit	25
6	Perustietoihin ja kustannuksiin vaikuttavat kehityskohteet Large Drives -tuotantoalueella	27

6.1	Asiakaskohtaisten optioiden lisääminen vaiheluettelotietoihin	27
6.2	Vaiheaikatietojen keruu ja analysointi	28
6.3	Läpimenoaikojen normalisointi	30
6.4	Työpistetiedot	30
6.5	Operaatioiden standardisointi ja vakiovaiheluetteloiden käyttö	30
7	Tutkimuksen lopputulokset	32
7.1	Vaiheaikojen päivitys ja vaikutus tuotekustannuksiin	32
7.2	Operaatioiden muokkaus	37
7.3	Ylläpitoprosessi	38
8	Yhteenveto	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Vaiheajat Large Drives -tuotantoalueella nyt ja tulevaisuudessa	
	Liite 2. Vaiheaikatietojen ylläpitoloki	

## Lyhenteet

ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä.
MTS	Make-to-stock, varasto-ohjautuva tuotanto.
MTO	Make-to-order, tilausohjautuva tuotanto.
ATO	Assemble-to-order, asiakasohjautuva kokoonpano.
ETO	Engineer-to-order, asiakasohjautuva tuotesuunnittelu.
OPF	One Piece Flow, tuotantomuoto, jossa valmistetaan vain yksi laite kerrallaan.
Lean	Prosessijohtamisen filosofia.
BOM	Bill of Material. Osaluettelo, joka määrittää tarvittavat osat, komponentit ja materiaalit tuotteen valmistamiseen.
WS	Work station. One Piece Flow -kokoonpanolinjan kokoonpanopiste.
LPDA	Low Power Drives and Automation. ABB Drives Oy:n liiketoimintayksikkö.
RFID	Radio Frequency Identification. Sähköinen siru, joka tallentaa tarvittavat tiedot etäluettavaan muotoon.
HIPOT	High Potential Test. Testi sähköisille laitteille, joka testaa mahdolliset virta- ja eristysvuodot, jotta laitetta on turvallista käyttää.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on perehtyä ABB Drives Oy:n Large Drives -taajuusmuuttajatuotantoalueen tuotekustannuksiin. Tuotekustannukset koostuvat monista eri kustannuksista, mutta tässä työssä perehdytään vain tuotannon työstä aiheutuviin kustannuksiin. Tarkoituksena on päivittää toiminnanohjausjärjestelmän vaiheluettelotiedot vastaamaan todellista nykytilaa ja löytää kehityskohteita, joilla saadaan vaiheluettelo- ja työpisteparametrit tukemaan tuotannon toimintaa ja helpottamaan tuotannonsuunnittelijoiden työtä. Viimeisenä tehtävänä on muodostaa ylläpitoprosessi, jolla saadaan vaiheluettelotiedot pysymään helposti ajan tasalla.

Toiminnanohjausjärjestelmän perustiedot, kuten vaiheluettelo-, työpiste-, asiakas- ja muut perustiedot kuuluvat tärkeänä osana toimivaan liiketoimintaan. Virheelliset perustiedot voivat aiheuttaa toimituksien viivästymistä, kustannusten muodostumista väärin tai jopa toimittaja- ja asiakassuhteiden menetyksiä. Perustietojen tärkeyttä ei aina ymmärretä, ja siksi monet käyttöönotot ja liiketoimintaprosessit kokevat takaiskuja ja epäonnistumisia. Laajojen, koko organisaatiota koskevien perustietojen on ehdottomasti oltava oikein ja ajan tasalla sujuvan liiketoiminnan takaamiseksi. Tarkasteltaessa asiaa pienemmässä mittakaavassa, lähinnä yksittäisen tuotantolinjan ja tuotannonsuunnittelun kautta, vaiheluettelotiedot kuuluvat isona osana tärkeisiin perustietoihin. Oikeat ja ajan tasaiset vaiheluettelotiedot tuovat paljon lisäarvoa ja kustannusten laskua, kun ne on optimoitu oikein.

Insinööriyö rajataan kahteen eri tuoteperheeseen Large Drives -tuotantoalueella. Pois luetaan poistuvat tuoteperheet ja uudemmat vielä ylösajovaiheessa olevat tuoteperheet. Työssä perehdytään näiden tuoteperheiden tuotekustannuksiin tuotannon toimien näkökulmasta ja keskitytään parantamaan toiminnanohjausjärjestelmän asioita, jotka vaikuttavat tuotannon työkustannuksien ja sitä kautta tuotekustannuksien muodostumiseen. Ulkopuolelle jäävät siis materiaali- ja yleiskustannukset. Yleiskustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka vaikuttavat laajasti koko tehtaan toimintaan, kuten sähkö-, huolto- ja ylläpitokustannukset. Myös ruuvit, liimat ynnä muut sellaiset kuuluvat tähän kategoriaan.

Tutkimuksessa käytetään sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista aineistoa. Kvantitatiivinen aineisto käsittää toiminnanohjausjärjestelmästä ja tuotantolinjalla mahdollisesta työvaiheajojen mittaamisesta saatavan numeerisen datan. Toiminnanohjausjärjestelmästä

saatava data sisältää reaaliaikaista kokoonpanovaiheikadataa. Muuten aineistoa kerätään havainnoimalla ja kokoamalla tietoa jo olemassa olevista dokumenteista ja mahdollisista haastatteluista ja kyselyistä.

## **2 ABB Oy**

ABB Oy on ruotsalais-sveitsiläinen teollisuuskonserni, joka on perustettu vuonna 1988, kun ruotsalainen ASEA ja sveitsiläinen BBC Brown Boveri yhdistyivät. Henkilöstöä on maailmanlaajuisesti noin 135 000 henkilöä yli 100 maassa. (ABB Intranet 2017.)

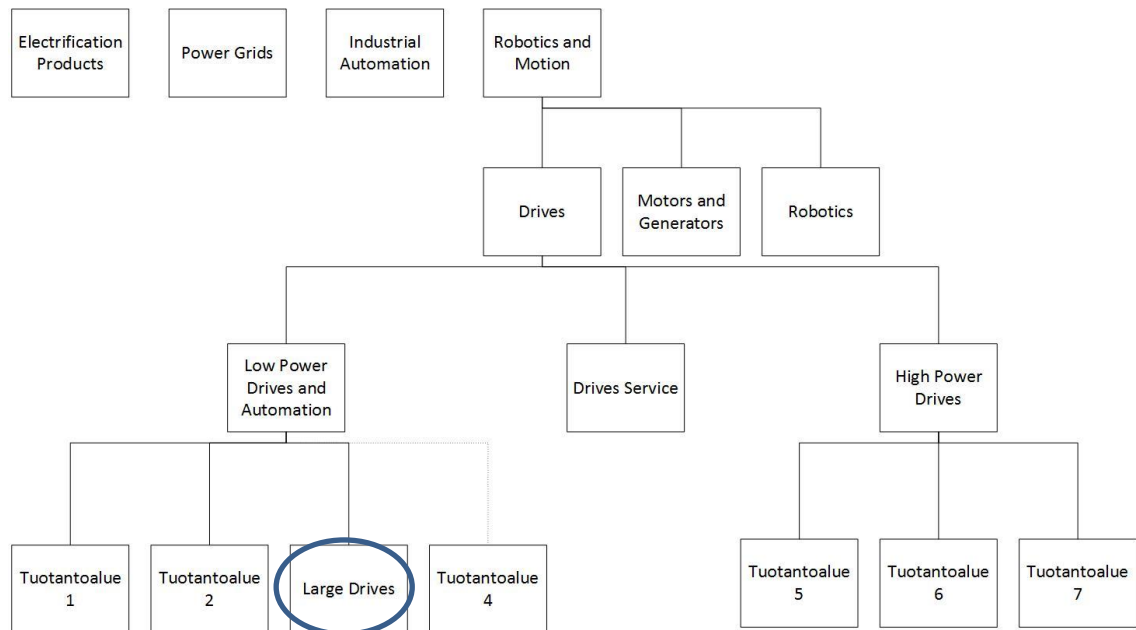
Yritys on johtava teknologian edelläkävijä, jonka tarjonta kattaa niin sähköistystuotteet, robotit ja liikkeenohjauksen kuin teollisuusautomaation ja sähköverkkoratkaisut. Asiakkaat ovat maailmanlaajuisesti teollisuus-, energia-, liikenne- ja infrastruktuuraloilla. (ABB lyhyesti 2017.)

ABB Oy jakaantuu neljään eri divisioonaan, joiden sisällä on erillisiä liiketoimintayksiköitä:

- Electrification Products
- Robotics and Motion
- Industrial Automation
- Power Grids.

Suomessa ABB toimii kaikilla neljällä eri divisioonatasolla. Toimintaa on Vaasassa, Porvoossa, Haminassa ja Helsingissä (Vuosaari ja Pitäjänmäki). Helsingin Pitäjänmäellä toimii Drives-liiketoimintayksikkö, jonka sisällä on Large Drives -tuotantoalue, johon tässä insinööriyössä keskitytään. Large Drives on yksi neljästä tuotantoalueesta Drives-liiketoimintayksikössä. Kuvasta 1 nähdään tarkemmin liiketoimintayksiköiden ja tulosityksiköiden yhteys.





Kuva 1. ABB Oy:n Large Drives -tuotantoalue kokonaiskuvassa.

Large Drives -tuotantoalueella valmistetaan taajuusmuuttajia teollisuuden tarpeisiin. Taajuusmuuttajia käytetään yleensä esimerkiksi nosturi-, hissi-, jäähdytys-, pumppu- ja vinssisovelluksissa.

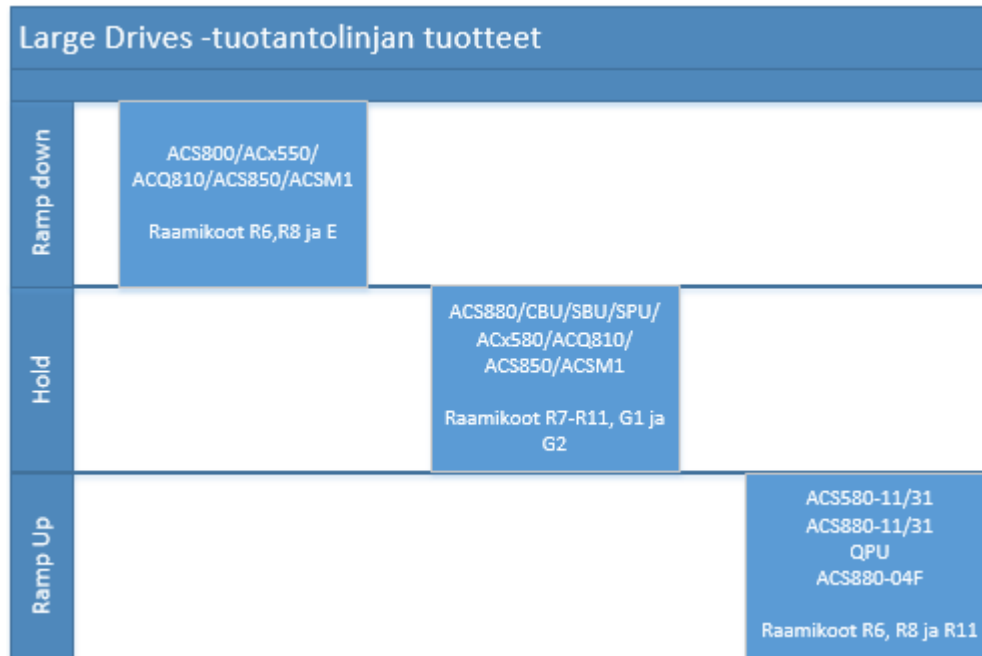
## 2.1 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajan avulla voidaan sähkömoottorin kierto- ja vääntönopeutta muuttaa portaattomasti niin, että se on nopeaa, tehokasta ja energiatehokasta. Ilman taajuusmuuttajaa sähkömoottorin nopeuden operointi voidaan hoitaa erilaisia suodattimia käyttäen, mutta se ei ole energiatehokasta ja se on myös erittäin hankalaa. Taajuusmuuttajaa käytetään sähkömoottorin ja sähkösyötön välissä, jossa se muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi ja taas uudelleen vaihtosähköksi tuottaen portaattoman ja vaivattoman moottorin nopeuden säädön. Taajuusmuuttajan käyttöönotolla voidaan pienentää energiankulutusta jopa 30 % (Frequency converters save energy 2017).

## 2.2 Large Drives -tuotantoalueen tuotteet

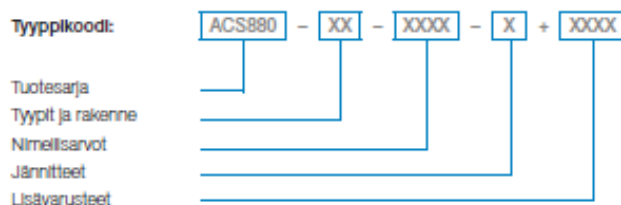
Large Drives -tuotantoalueella valmistetaan lukuisia eri tuoteperheitä. Tällä hetkellä on alasajovaiheessa, vakiintuneessa vaiheessa ja ylösajovaiheessa olevia tuotteita. Kuvasta 2 nähdään, kuinka tuoteperheet ovat jakaantuneet edellä mainittuihin elinkaaren

eri vaiheisiin. Haasteensa tuotantoalueelle tuo suuri määrä erilaisia tuotteita ja tuoteperheitä sekä jokaisen tuotteen asiakaskohtainen lisäoptiovalikoima. Vakiintuneessa vaiheessa olevat tuoteperheet voidaan jakaa -01- ja -04-tuotteisiin käyttötarkoituksen mukaan.



Kuva 2. Large Drives -tuotantoalueen tuotteet.

Large Drives -tuotantoalueen tuotteet jakaantuvat kahdella tavalla, tuoteperheittäin ja raameittain. Tuoteperhe määrittelee tuotteen käyttötarkoituksen ja raamikoko tuotteen fyysisen koon ja tehon. Tuotteet identifioidaan tyyppikoodilla, jotka kertovat tuoteperheen, nimellisarvon, jänniteluokan ja mahdolliset lisäoptiot. Raamikokoa ei suoraan näe tyyppikoodista, vaan se määräytyy nimellisarvon ja jännitteen mukaan. Tyyppikoodi voi olla esimerkiksi **ACS880-04-625A-4+D150+E200**. Kuva 3 selittää tyyppikoodin muodostumisen ja rakenteen.



Kuva 3. Taajuusmuuttajan tyyppikoodin muodostuminen (ABB:n teollisuustaajuusmuuttajat).

Tuoteperheet on luotu vain tietyille raamikoille, joten ilman tarkkaa tietämystä tuoteperheen ja raamikoon yhdistäminen on hankalaa. Kuvassa 4 havainnollistetaan tuoteperheen ja raamikoon yhteyttä Large Drives -tuotantoalueella.

Tuoteperhe/Raamikoko		E	G1	G2	R6	R7	R8	R9	R10	R11
ACS550, ACH550 (-01,-04)					X					
ACS800 (-04)							X			
ACQ810, ACS850 (-01, -04)		X	X	X						
ACS880, SBU (-01)						X	X	X		
ACS880, SPU (-04)									X	X
ACS580, ACQ580, ACH580, CBU (-01)						X	X	X		
ACS580, ACQ580, ACH580 (-04)									X	X
ACS880, QPU (-11/-31)					X		X			X
ACS880 (-04F)									X	
Poistuvat tuotteet										
Nykyiset säilyvät tuotteet										
Uudet tuotteet										

Kuva 4. Tuoteperheen ja raamikoon yhteys.

Suluissa oleva numeroyhdistelmä kertoo, onko laite seinälle vai kaappiin asennettava laite. Pienemmät, -01-laitteet asennetaan suoraan sellaisenaan seinälle. Isommissa, -04-laitteissa on joko pyörät alla tai ne asennetaan osaksi isompaa kaappimoduulia.

QPU-, SBU-, SPU- ja CBU-laitteet ovat puolivalmistetuotteita (base unit, power unit). Niissä ei ole mitään asiakaskohtaisesti räätälöityä, vaan ne jälkikonfiguroidaan asiakkaalle sopivaksi lopputuotteeksi alueellisella keskusvarastolla tai kaapitettaessa isompaan moduulikokonaisuuteen.

## 2.3 Tuotantoalue

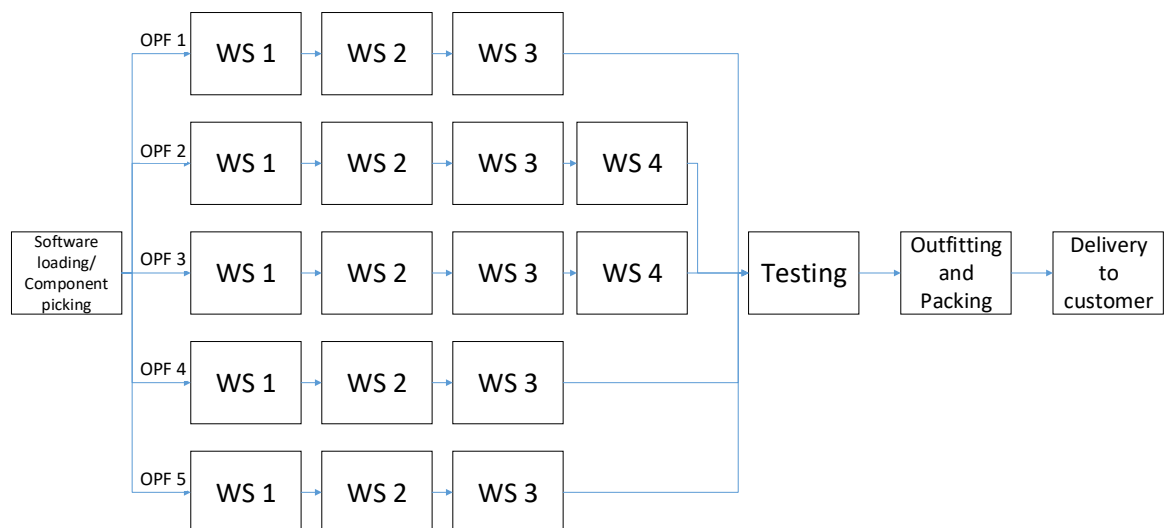
Large Drives -tuotantoalueella käytetään pääasiassa OPF-tuotantomuotoa (One Piece Flow), joka on Lean-prosessifilosofiaa mukaileva tuotantomuoto. Tämä vähentää puolivalmiiden tuotteiden odotusaikaa ja lyhentää kokonaisläpimenoaikaa. Tällä hetkellä OPF-kokoonpanolinjoilla tuotetaan vain tuotekaaren lakipisteensä saavuttaneita tuotteita eli raameja R7–R11 ja G1–G2 (tuotteet -01 ja -04). Raamien R7–R9 kokoonpanoaika on noin 1,5 tuntia, ja isompien raamien R10/G1–R11/G2 kokoonpanoaika on noin 2 tuntia. Tuotantoalueen alasajovaiheessa olevissa tuotteissa käytetään solutuotantomuotoa. Solutuotantomuoto on paljon tehottomampi, joten alasajovaiheessa olevien tuotteiden osalta kokoonpanoaika on useita tunteja.

OPF-kokoonpanolinjoja on viisi, ja niissä voidaan taulukon 1 mukaisesti vaihdella, minkä raamikoon tuotteita tehdään.

Taulukko 1. Eri raamikokojen tuotantomahdollisuudet kokoonpanolinjoilla.

	R7	R8	R9	R10/G1–R11/G2
OPF1	X	X	X	
OPF2				X
OPF3	X	X	X	X
OPF4		X	X	
OPF5	X	X	X	

Osassa OPF-kokoonpanolinjoista on kolme työpistettä ja osassa neljä työpistettä. Eri työpistemäärät rajoittavat tuotevaihtelua eri kokoonpanolinjoilla. Tällä hetkellä raamikoon R7–R9 tuotteet valmistetaan kolmessa työvaiheessa ja raamikoon R10/G1–R11/G2 tuotteet neljässä työvaiheessa. Raamikokojen R10/G1–R11/G2 tuotteet valmistetaan neljässä työvaiheessa niiden pidemmän kokoonpanoajan takia. Kokoonpano- ja materiaaliprosessi on kuitenkin molempien tuoteperheiden kohdalta samanlainen. Tuotteisiin asennettavan alkuohjelmiston lataus ja testaus hoidetaan myös yhtä lailla yhteisesti näille tuotteille. Kuvassa 5 on havainnollistettu eri työpisteiden määriä kaikilla viidellä eri OPF-kokoonpanolinjalla. WS on lyhenne sanoista work station ja tarkoittaa yhtä kokoonpanovaihetta.



Kuva 5. Tuotantolinjat Large Drives -tuotantoalueella.

Näiden lisäksi tuotantolinjalla on käytössä kaksi Off-Line-työpistettä. Ne mahdollistavat tuotteen kokoamisen alusta loppuun yhdellä työpisteellä. Off-Line-työpisteitä käytetään tarvittaessa lisäämään tuotantokapasiteettia, mikäli OPF-kokoonpanolinjojen kapasiteetti ei riitä.

### **3 Tuotannonohjaus**

#### **3.1 Toiminnanohjausjärjestelmä**

Toiminnanohjausjärjestelmillä tarkoitetaan laajoja yrityksen ohjaamiseen tarkoitettuja, kokonaisvaltaisia tietojärjestelmiä. Tyypillistä tällaiselle järjestelmälle on, että se on integroitu: sen ytimessä on yksi yhteinen tietokanta, jota kaikki eri toiminnot käyttävät. Yhteinen tietokanta mahdollistaa tiedon läpinäkyvyyden läpi organisaation. Kaikki toiminnot hyödyntävät samaa, ajantasaista tietoa. Nykyaikaisissa toiminnanohjausjärjestelmissä toiminnot ovat usein erillisiä moduuleita, joita voidaan ottaa käyttöön tarpeen mukaan ja vaihteittain. (Toiminnanohjausjärjestelmä 2017.)

#### **3.2 Tuotantomuodot**

Tuotantomuotoja on monia erilaisia, ja ne riippuvat yrityksen toimialasta, valmistettavista tuotteista ja asiakastarpeista. Tuotantomuodon valinta vaikuttaa paljon tuotteen läpimenoaikaan, puskurivarastoihin ja logistiseen toimintaan (materiaalit). Näin ollen pyritään aina valitsemaan edellä mainitut seikat huomioon ottaen paras mahdollinen tuotantomuoto. Tuotantomuodot voidaan jakaa viiteen erityyppiseen tuotantoon tuotantomäärän ja tuotannon vaihtelevuuden mukaan: projektituotantoon, yksittäistuotantoon, erätuotantoon, toistuvaan tuotantoon ja jatkuvatoimiseen prosessituotantoon. (Tuotantomuodot.)

Projektituotannossa tuotantomäärä on pieni ja tuotannon vaihtelevuus suuri. Tuotanto toteutetaan yksilöitynä projektina, esimerkkinä laivan- tai talonrakennus. Toisessa ääripäässä on jatkuvatoiminen prosessituotanto, jossa tuotetaan isoja määriä pienellä tuotannon vaihtelevuudella, esimerkkinä kemianteollisuus tai osa elintarviketeollisuudesta. Muut kolme tuotantomuotoa sijoittuvat näiden edellä mainittujen kahden tuotantomuodon väliin. (Tuotantomuodot.)

### 3.3 Tuotantomuotojen ohjaus

Tuotantomuotoja ohjataan valmistettavien tuotteiden kysynnän, asiakasvaatimusten ja tuotteiden läpimenoajan perusteella. Yleisesti ohjenuorana käytetään neljää tuotantomuodon ohjausvaihtoehtoa:

- Varasto-ohjautuva tuotanto

Varasto-ohjautuvassa tuotannossa (make-to-stock, MTS) tuotteet valmistetaan varastoon, josta ne toimitetaan loppukäyttäjälle kysynnän mukaan. Varasto-ohjautuvaa tuotantomuotoa käytetään yleensä silloin, kun kyse on vakiotuotteista, tuotteiden elinkaari on pitkä, valikoima on suppea ja toimitusaika on lyhyt. Tuotantomuoto sitoo paljon pääomaa tuotteisiin, ja siksi tässä ohjausvaihtoehdossa onkin tärkeää, ovatko kysyntäennusteet tarkat ja toteutuvatko ne hyvin. (Ritvanen, Inkiläinen, Von Bell & Santala 2011: 48.)

- Tilausohjautuva tuotanto

Tilausohjautuvassa tuotannossa (make-to-order, MTO) tuote tehdään vasta asiakkaan tilauksen perusteella. Tilausohjautuvaa tuotantoa käytetään, kun tuotevalikoima on laaja ja kunkin tuotteen kysyntä on vähäistä, tuotteen yksikköhinta on korkeahko ja toimitusaika on pidempi kuin tuotteissa, jotka käyttävät MTS-menetelmää. (Ritvanen ym. 2011: 49.)

- Asiakasohjautuva kokoonpano

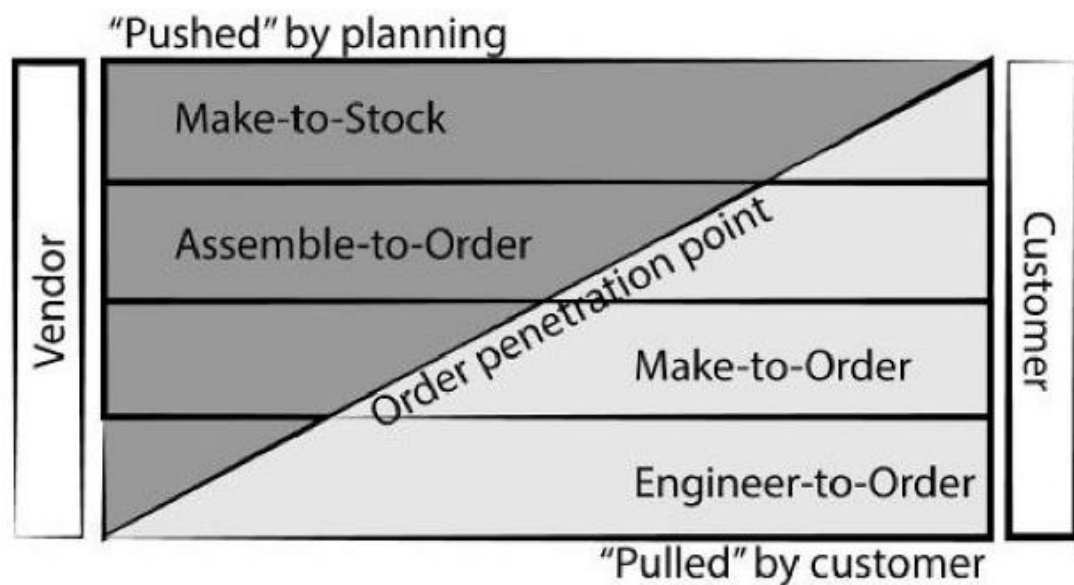
Asiakasohjautuvassa tuotannossa (assemble-to-order, ATO) vain komponentit tai osakokoonpanot valmistetaan ennakoon. Lopullinen, asiakkaan haluama tuote konfiguroidaan ja kokoonpannaan tilauksesta. ATO-ohjausmuotoa käytetään modulaarisissa tuotteissa, joissa peruskomponentit pysyvät vakiona, mutta tuotteesta on mahdollista tehdä useita erilaisia vaihtoehtoja loppukäyttäjälle. Sitoutuvan pääoman tarve riippuu kokoonpantavien tuotteiden määrästä ja tarvittavista komponenteista. Yleensä tämä ohjausmuoto on paljon pääomaa sitouttava. (First Steps in SAP Production processing 2017; Tilauksesta kokoonpano (ATO).)

- Asiakasohjautuva tuotesuunnittelu

Asiakasohjautuvassa tuotesuunnittelussa (engineer-to-order, ETO) tilaus kohdennetaan asiakkaalle jo tilausvaiheessa eikä mitään valmisteta, ennen kuin asiakas on tehnyt tilauksen. ETO-ohjausmuoto eroaa MTO-ohjausmuodosta siinä, että siihen kuuluu tuotteen valmistuksen lisäksi tuotesuunnittelua ennen laitteen valmistusta. ETO-ohjausmuodossa toimitusajat ovat pisimpiä ja toimitusaikojen määrittely on hankalampaa, koska asiakkaan toiveet ovat erilaisia ja variaatioita on yleensä lukuisia. Tuotteen kysyntä on aina yksilöllistä ja yksikköhinta korkein, kun ETO-ohjausmuotoa verrataan muihin ohjausmuotoihin. (First Steps in SAP Production processing 2017; Tilauksesta suunnittelu (ETO).)

### 3.4 Tilauksen kohdennuspiste

Tilauksen kohdennuspiste (Order Penetration Point, OPP) määrittää materiaalivirrasta kohdan, jossa tuote ”korvamerkitään” asiakkaan tilaukselle. Tilauksen mentyä materiaa-  
livirran kohdalla kohdennuspisteen ohi tilausta ei enää kohdenneta toiselle asiakastilaukselle, vaan tuote ja myyntitilaus yhdistyvät. Kuvasta 6 nähdään, että mitä yksinkertaisempi tuotannon ohjausmuoto on, sitä myöhemmäksi materiaalivirrassa kohdennuspiste siirtyy. Tuotannon ohjausmuodot jakaantuvat työntö- ja imuohjattuihin tuotantomuotoihin.



Kuva 6. Tilauksen kohdennuspiste eri tuotantomuotojen ohjausvaihtoehdossa (First Steps in the SAP Production Processes).

Työntöohjatut tuotteet ovat yleensä varastotuotteita. Tuotteet valmistetaan ilman varsinaista kysyntää, pelkän kysyntäennusteen perusteella (Magee 2007: 37). Kun asiakas tilaa työntöohjatulla tuotantomuodolla tuotetun tuotteen, tuote on joko valmiina varastossa tai valmistusprosessin loppuvaiheessa.

Imuohjatussa tuotannossa materiaalivirta ja tuotteen valmistus aktivoidaan tarpeiden ja kysynnän perusteella. Valmistetaan vain se tuote, jonka asiakas on tilannut, eli kyse on tarveohjautuvuudesta. (Ritvanen ym. 2011: 58.)

### 3.5 Tuotantotilan asettelu

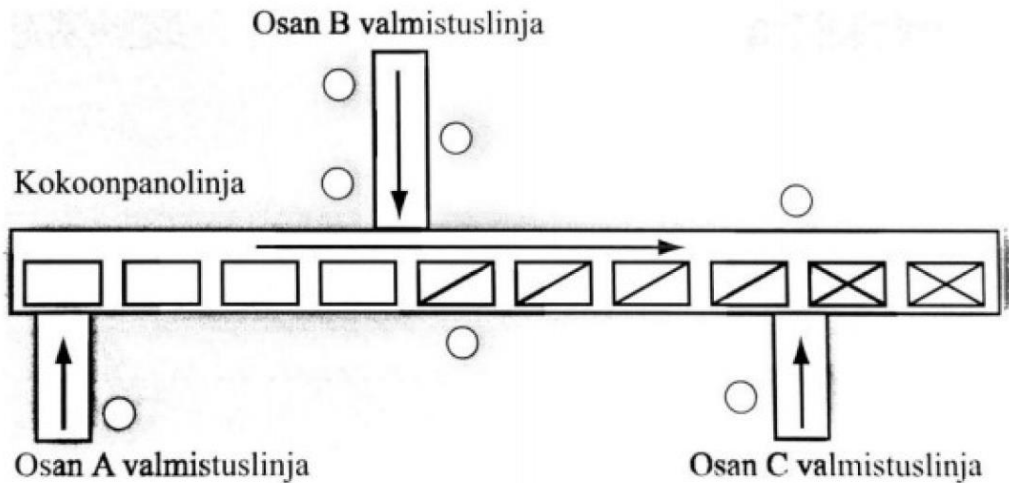
*”Tuotantotilan asettelulla tarkoitetaan sitä, miten laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat on sijoitettu tehtaaseen”* (Tuotannon layout).

Asettella on suurta merkitystä tuotannon toimintaan. Sillä on esimerkiksi vaikutusta tuotteiden läpimenoaikoihin, kustannustehokkuuteen, laadunhallintaan, työntekijöiden ergonomiaan ja tuotantolaitteiden sijoitteluun ja niiden toimintakykyyn. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen, 2009: 475.) Seuraavassa käsitellään tuotantotilan asettelun tyyppejä.

#### 3.5.1 Tuotantolinja

Tuotantolinja on hyvä valinta tuotteille, joilla on suuri volyymi ja korkea kuormitusaste. Tuotteen yksikköhinta saadaan alhaiseksi nopealla tuotannolla ja isoilla valmistusmäärillä. Linja sietää huonosti häiriöitä, ja usein häiriön muodostuminen aiheuttaa paljon kustannuksia. Kun Linja tuottaa suuria määriä tuotteita, on mahdollista, että myös suuri määrä virheellisiä tuotteita valmistuu. Tämän takia laadunvalvonnan on oltava riittävän hyvällä tasolla (Haverila ym. 2009: 475–476.) Tuotantolinja-asettelu-termiä voidaan käyttää usein myös One Piece Flow -tuotantomuodossa (OPF). Tällöin tuotteita valmistuu vain yksi kerrallaan. Kuva 7 havainnollistaa tuotantolinjan asettelua.

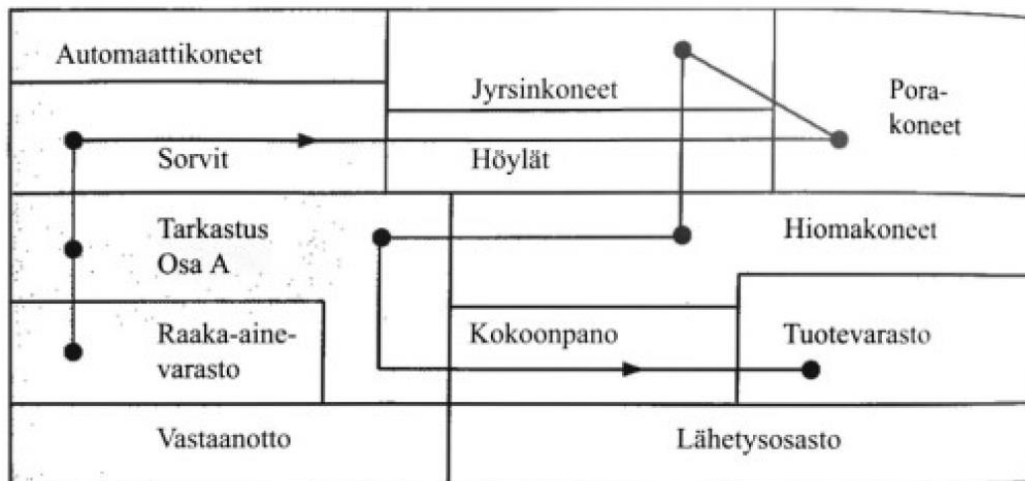




Kuva 7. Tuotantolinja (Haverila ym. 2009).

### 3.5.2 Funktionaalinen asettelu

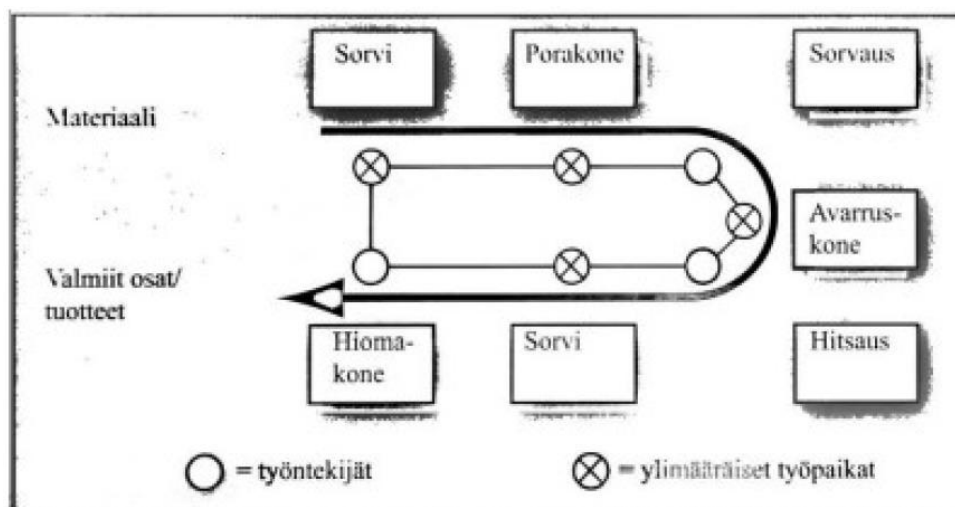
Funktionaalisessa sijoittelussa samankaltaiset työtehtävät on niputettu yhdeksi kokonaisuudeksi (esimerkiksi hitsaus, sorvaus, esikokoonpano ja juottaminen). Tällä asettelutyyppillä voidaan valmistaa tuotteita, joiden tuotantomäärät ja tyypit vaihtelevat huomattavasti. Tuotteet voidaan valmistaa yksittäin tai sarjoina. Työpisteiden vaihtelevuuden ja mahdollisesti suuren fyysisen etäisyyden vuoksi keskeneräistä tuotantoa on paljon, mikä sitoo pääomaa ja kasvattaa tuotteiden läpimenoaikoja. Funktionaalisessa asettelussa kapasiteetin kasvattaminen on joustavaa ja asettelun pystyttäminen helppoa ja halpaa. Tällä asettelulla tuottavuus ei ole kovin hyvä ja kuormitusasteet jäävät mataliksi. (Haverila ym. 2009: 476–477.) Kuva 8 havainnollistaa tuotantopisteiden sijoittelua funktionaalisessa asettelussa.



Kuva 8. Funktionaalinen asettelu (Haverila ym. 2009).

### 3.5.3 Soluasettelu

Soluasettelulla tarkoitetaan tilannetta, jossa tuotanto on eritelty omiin ryhmiinsä. Jokainen ryhmä sisältää tarvittavat työpisteet määritettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Välivarastoja ei synny eikä pääomaa ole sitoutettu turhaan keskeneräisiin tuotteisiin. Soluasettelu on joustavampi kuin tuotantolinja ja tuottavampi kuin funktionaalinen asettelu. Samalla alueella useiden työvaiheiden suorittaminen helpottaa laadunvalvontaa ja virheiden korjaaminen on helppoa. Soluvalmistus on yleensä työntekijöille mieluisampi työskentelymuoto, koska he voivat yleensä itse vaikuttaa keskinäiseen työnjakoon. (Haverila ym. 2009: 477–478.) Kuva 9 näyttää esimerkkilinjaston, joka hyödyntää soluasettelua.



Kuva 9. Soluasettelu (Haverila ym. 2009).

## 4 SAP SE -yritys ja SAP ERP -toiminnanohjausjärjestelmä

SAP SE (Systems, Applications, and Products in data processing) on maailman suurin yritysohjelmistojen valmistaja, joka on erikoistunut tarjoamaan yrityksille toiminnanohjausjärjestelmiin liittyviä tuotteita (SAP Company Information 2017). Yritys on perustettu vuonna 1972, ja sen pääkonttori sijaitsee Walldorfissa Saksassa. Toimintaa on yli 130 maassa ja työntekijöitä yli 87 000. (SAP Company Information 2017.)

SAP ERP -toiminnanohjausjärjestelmässä on tarjolla seitsemän erilaista toiminnanohjausmoduulia:

- Financial Accounting (FI)
- Controlling (CO)
- Sales and Distribution (SD)
- Production Planning (PP)
- Materials Management (MM)
- Quality Management (QM)
- Human Capital Management (HCM) (SAP modules 2017).

Näistä voidaan käyttää kerralla yhtä tai useampaa moduulia, asiakkaan tarpeiden mukaan.

### 4.1 Osaluettelo

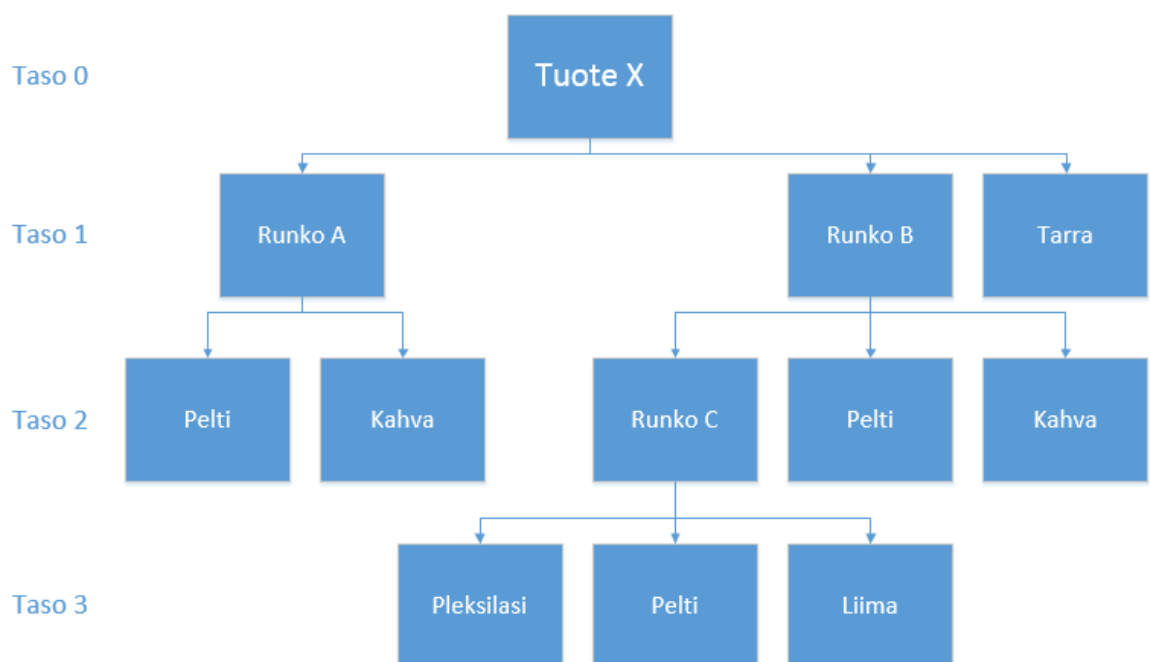
Osaluettelo (Bill of Material, BOM) on lista tarvittavista osista, komponenteista ja materiaaleista, joita tarvitaan lopputuotteen tai osatuotteen valmistamiseen. Osaluettelon tarkoituksena on määritellä lopullinen tuoterakenne lopputuotteen osalta (Dickersbach & Keller, 2011: 100–103).

Osaluettelossa tulee olla ainakin seuraavat tiedot: materiaalin tiedot (koodi ja selitys), tarvittavien materiaalien lukumäärä, millä tavoin lukumäärää mitataan ja hankintatyyppi, jos materiaali ostetaan tuotantopaikan ulkopuolelta. (Heizer & Render 2000: 577)

Osaluettelotyyppinä on monia erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Tuotannossa, suunnittelussa ja myynnissä voidaan käyttää eri osaluettelotyyppiä näyttämään tuotteesta kulloiseen tarpeeseen sopiva osaluettelo (The 10 types of BOM's explained).

#### 4.1.1 Osaluettelon eri tasot

Osaluettelot voidaan jakaa moniin eri tasoihin tuotteen monimutkaisuudesta riippuen. Puhuttaessa vain yhdestä tasosta käytetään nimitystä yksitasoinen osaluettelo (Single-Level BOM), ja monista tasoista puhuttaessa käytetään nimitystä monitasoinen osaluettelo (Multi-Level BOM). Yksitasoista osaluetteloa käytetään, mikäli tuotteet voidaan rakentaa suoraan lopputuotteiksi raakamateriaaleista tai ostetuista materiaaleista ilman useita kokoonpanovaiheita. Monitasoista osaluetteloa käytettäessä tuotteen valmistuksessa on useita vaiheita ja jokainen vaihe pitää suunnitella toiminnanohjausjärjestelmässä erikseen. (Dickersbach & Keller 2011: 101–103.) Kuvassa 10 visualisoidaan eri osaluetteloitasoja.



Kuva 10. Kuvitteellisen tuotteen X –tuoterakenne.

Jos otetaan esimerkiksi yksitasoinen tuoterakenne, taso 1, osaluettelo näyttää seuraavalta:

- runko A -kokoonpano
- runko B – kokoonpano
- tarra.

Tämä siis määrittelee lopputuotteen osalta vain yhden tason osaluettelorakenteen. Haluttaessa voidaan rakenne räjäyttää valitulle tasolle, jolloin osaluetteloon tulevat näkyviin kaikki siihen tasoon mennessä olevat komponentit niin tarkasti kuin mahdollista. Valittaessa monitasoinen osaluettelo osaluettelon tasot avautuvat automaattisesti ja tarvittavat komponentit tulevat näkyviin.

Mikäli kuvan 10 osaluettelo räjäytettäisiin tasolle 2 saakka auki, osaluettelo näyttäisi seuraavalta:

- 2x pelti
- 2x kahva
- runko C – kokoonpano
- tarra.

#### 4.1.2 Konfiguroitava osaluettelo

Kun valmistetaan asiakasräätälöityjä tuotteita, jolloin eri tuotevaihtoehtoja voi olla tuhansia, voidaan ottaa yksittäisen osaluettelorakenteen sijaan käyttöön konfiguroitava osaluettelo. Konfiguroitava osaluettelo sisältää kaikkien asiakasräätälöityjen tuotevaihtoehtojen kaikki mahdolliset materiaalit ja komponentit, joista tilauksen kohdennuspisteellä muodostetaan yksinkertaisempi osaluettelorakenne. (Dickersbach & Keller 2011: 102.)

Tällaisia osaluetteloja määriteltäessä täytyy osaluetteloille määrittää riippuvuudet ja ehdot varianttikonfiguraation avulla, joka määrittää mitä komponentteja konfiguroitavasta osaluettelosta tuotteelle käytetään (A Deep Dive on Configurable Bill of Materials).

#### 4.2 Vaiheluettelotiedot

Vaiheluettelotiedoilla tarkoitetaan toiminnanohjausjärjestelmässä toimenpiteitä ja vaiheita, joilla saadaan valmistettua materiaaleista ja/tai osakokoonpanotuotteista asiakkaalle toimitettava tuote (Dickersbach & Keller 2011: 129). Vaiheluettelotietoja voidaan yksistään myös käyttää osakokoonpanotuotteiden valmistamiseen. Näin tekevät esimerkiksi yritykset, joilta on ostettu alihankintana tietynlaisen osakokoonpanotuotteen valmistus.

Vaiheluettelotiedot määrittelevät mitä tuotteita valmistetaan, mistä materiaaleista ne valmistetaan, mitä työvaiheita suoritetaan, missä järjestyksessä ja paljonko työvaiheisin menee aikaa. Vaiheluettelotiedoissa tulee myös ilmi, missä työpisteessä työvaiheet suoritetaan. Vaiheluettelotiedot ovat perusteena muun muassa tuotteiden valmistuskustannuksien laskemiseen, läpimenoaikoihin ja kapasiteettitarvelaskentaan (Dickersbach & Keller 2011: 129–132.)


Vaiheluettelotietoja tehdessä täytyy ensin määritellä otsaketasolla tehtäväluetteloryhmän kuvaus, mihin tarkoitukseen ryhmää käytetään (usage), tehtäväluetteloryhmän status ja valmistettavien tuotteiden minimi- ja maksimimäärä (lot size) tuotantotilauksella. Kuvassa 11 on esimerkki vaiheluettelotiedon otsakenäkymästä.

**Display Routing: Header Details**

◀ ▶ 📄 Routings MatAssignment Sequences Operations CompAlloc

Group 50051365

**Task list**

Group    
 Group Counter    
 Plant  ☐ Long text exists

**Production line**

Line hierarchy

**General data**

☐ Deletion flag  
 Usage  Production  
 Status  Released (general)  
 Planner group   
 Planning work center   
 CAPP order   
 From Lot Size  To lot size    
 Old task list no.

Kuva 11. Esimerkki vaiheluettelotietojen otsakenäkymästä.

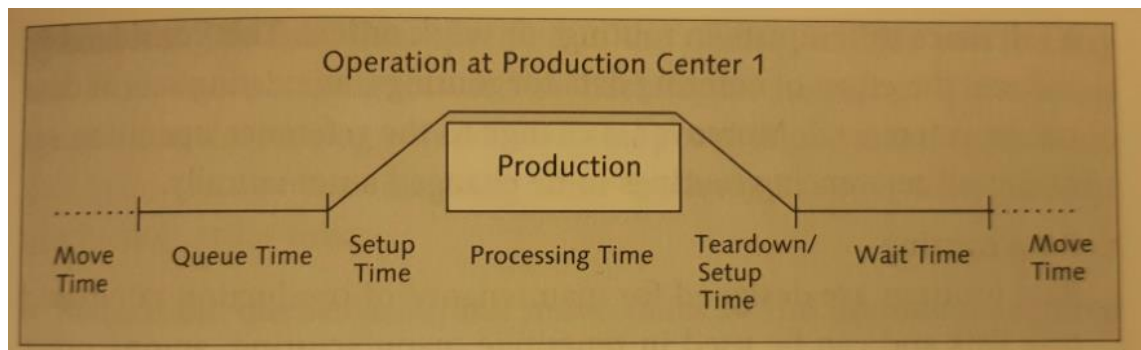
Pää tietojen määrittämisen jälkeen päätetään, mitä valmistettavia materiaaleja tämä vaiheluetteloryhmä koskee, mitä eri sekvenssejä luodaan, mitä operaatioita sekvenssit sisältävät ja mitä komponentteja tai raakamateriaaleja tarvitaan vaiheluetteloryhmässä määriteltujen tuotteiden valmistamiseen (Dickersbach & Keller 2011: 136–143).

#### 4.2.1 Tehtäväluetteloryhmä

Tehtäväluetteloryhmä on yhden tai useamman eri tuotemateriaalin muodostama joukko, joka käyttää samanlaista tuotantosykliä (Dickersbach & Keller 2001: 132). Tehtäväluetteloryhmien avulla samankaltaisten tuotemateriaalien hallinnointi on helpompaa. Mikäli samalla tuotemateriaalilla halutaan käyttää useita eri tehtäväluettelotietoja, esimerkiksi eri työvaiheoperaatioita, se on mahdollista tehdä ryhmälaskurin avulla (group counter). (SAP Help, Routings.)

#### 4.2.2 Operaatiot ja sekvenssit

Vaiheluettelotietojen operaatiot määrittelevät työvaiheet, niiden ajallisen keston ja tuotettavien tuotteiden lukumäärän (Dickersbach & Keller 2001: 132). Operaation vaiheajassa voi olla määriteltynä kolme erilaista aikamäärettä: asetusaika, prosessointiaika ja purku-/asetusaika. Varsinainen työ tapahtuu prosessointivaiheen aikana. Kuva 12 havainnollistaa aikamääreiden suhdetta tuotteen valmistuksessa.



Kuva 12. Operaatioaikojen muodostuminen (Dickersbach & Keller 2011).

Operaatiot voidaan jakaa karkeasti neljään erilaiseen vaiheluetteloryhmittymään:

- Normaali vaiheluettelo

Normaali vaiheluettelo (routing) sisältää yhden tai useamman sekvenssin tuotteen valmistamiseen. Eri sekvenssit voivat varioida käyttötarkoituksen mukaan ja operaatiot voivat olla erilaisia sekvenssien sisällä. (Dickersbach & Keller 2011: 133–134.)

- Vakiovaiheluettelo ja vakiosarjavaiheluettelo

Vakiovaiheluettelo (reference operation set) ei ole sidottu mihinkään tiettyyn tuotteeseen tai materiaaliin. Sitä käytetään pohjana muodostettaessa myöhemmin vaiheluetteloita jollekin tuotteelle. Vakiovaiheluettelon käyttäminen nopeuttaa uusien vaiheluettelojen tekoa ja helpottaa niiden ylläpitoa. Vakiovaiheluetteloä käytetään normaalin vaiheluettelon kanssa. Vakiosarjavaiheluettelo (reference rate routing) toimii samalla tavoin kuin vakiovaiheluettelo. Vakiosarjavaiheluetteloä käytetään sarjavaiheluettelon kanssa. (Dickersbach & Keller 2011: 133–134.)



- Sarjavaiheluettelo

Sarjavaiheluettelo (rate routing) toimii toiminnallisuuden kannalta pääosin samalla tavalla kuin normaali vaiheluettelo. Sarjavaiheluettelossa ei vain ole mahdollista käyttää vaihtoehtoista sekvenssiä niin kuin normaalissa vaiheluettelossa. Sarjavaiheluettelo eroaa normaalista vaiheluettelosta myös niin, että sarjavaiheluettelossa määritetään, paljon tuotteita tietyssä aikamääreessä valmistetaan, sen sijaan, että määriteltäisiin yhden tuotteen valmistamiseen tarvittava aika, kuten normaalissa vaiheluettelossa. Tällaista vaiheluetteloä käytetään teollisuudessa, jossa tehdään suuria määriä yksinkertaista tuotetta. (Dickersbach & Keller 2011: 133–134.)

Sekvensseillä voidaan määritellä eri operaatiot samassa vaiheluetteloryhmässä olevalle tuoteperheelle tai muille samankaltaisille tuotteille (jotka ovat kuitenkin eri tuotemateriaalikoodin alla), joiden valmistusvaiheet poikkeavat hieman toisistaan. Sekvenssit jaotellaan kolmeen eri kategoriaan käyttötarkoituksen mukaan:

- Standardisekvenssi. Standardisekvenssi täytyy aina luoda vaiheluettelotietoja muodostettaessa. Se muodostaa perustan vaiheluettelotiedoille. Standardisekvenssissä operaatiot suoritetaan järjestyksessä yksi kerrallaan. Operaatioiden rinnakkainen suoritus ei ole mahdollista pelkästään standardisekvenssiä käytettäessä. (SAP Help, Routings.)
- Vaihtoehtoinen sekvenssi. Usein pelkästään standardisekvenssin operaatiot eivät riitä, vaan tarvitaan vaihtoehtoisia operaatioita. Vaihtoehtoinen sekvenssi toimii standardisekvenssin ohessa ja sisältää omat operaatiot. Vaihtoehtoista sekvenssiä käytetään usein niin, että käytetään osaksi standardisekvenssin operaatioita ja osaksi vaihtoehtoisessa sekvenssissä määriteltäviä operaatioita. Näin saadaan luotua operaatioryhmittymä, jossa saadaan hyödynnettyä sekä standardisekvenssin operaatioita että vaihtoehtoisen sekvenssin operaatioita. (SAP Help, Routings.)
- Rinnakkainen sekvenssi. Rinnakkaista sekvenssiä käytetään, kun on tarve suorittaa useita samanlaisia operaatioita samaan aikaan. Rinnakkainen sekvenssi

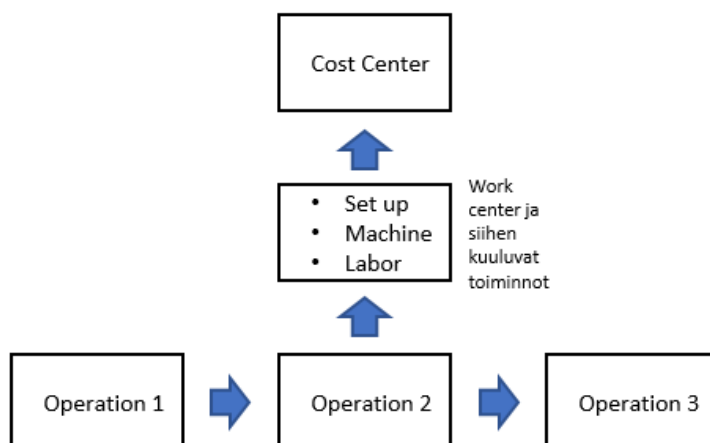
toimii myös standardisekvenssin ohella. Rinnakkaisen sekvenssin operaatiot voidaan suorittaa samanaikaisesti standardisekvenssissä olevien operaatioiden kanssa. (SAP Help, Routings.)

Sekvenssit on kategorisoitu SAP:ssa. Kattegoria 0 sisältää standardisekvenssin, kategoria 1 sisältää rinnakkaisen sekvenssin ja kategoria 2 vaihtoehtoisen sekvenssin. Uutta vaiheluetteloa muodostettaessa SAP luo automaattisesti standardisekvenssin, johon mahdolliset rinnakkaiset ja vaihtoehtoiset sekvenssit rinnastuvat. Vaihtoehtoista ja rinnakkaista sekvenssiä käytettäessä on hyvä määrittellä haaraoperaatio (branch operation), joka määrittelee operaation, jonka kohdalla aletaan käyttää vaihtoehtoista tai rinnakkaista sekvenssiä. Näiden lisäksi pakollisena operaationa joka sekvenssillä on paluuoperaatio, joka kertoo vaiheen, jolloin palataan standardisekvenssin käyttöön. (Dickersbach & Keller 2011: 133–134.)

#### 4.3 Työpiste

Työpisteet määrittävät vaiheluettelon eri operaatioiden suorituksen ajankohdan ja paikan. Työpisteet määrittävät toiminnanohjausjärjestelmään sen mukaan, onko tehty työ ihmisen, koneen vai esimerkiksi kokonaisen tuotantolinjan tekemää.

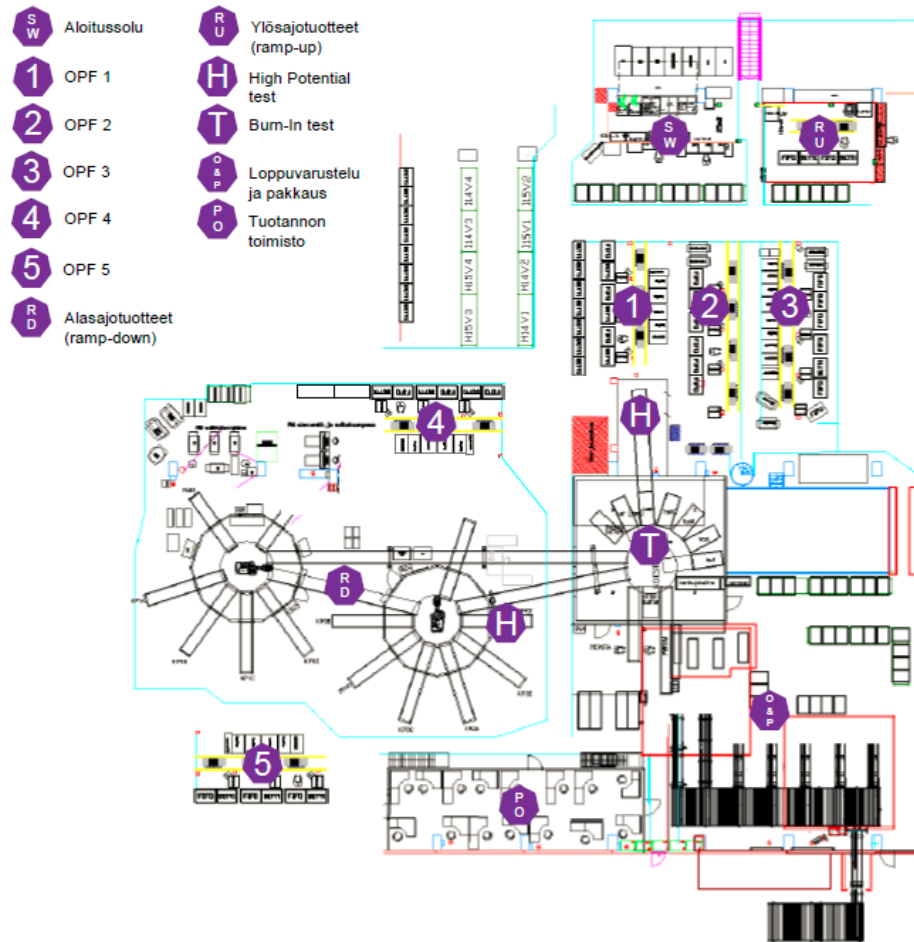
Työpisteitä toiminnanohjausjärjestelmään muodostettaessa pystytään ottamaan huomioon todellinen kapasiteetti ja vähentämään esimerkiksi työntekijöiden tauot ja laitteiden mahdolliset huoltoajat työajasta. Työkustannukset kohdistuvat oikein, jos työpisteparametrit ovat ajan tasalla. Tuotannon kannalta työpistetiedot ovat vaiheluettelotietojen ja osaluettelotietojen ohella tärkeitä perustietoja. Kuvasta 13 nähdään, kuinka vaiheluettelotietojen työvaiheet vaikuttavat työpistetietojen kautta tuotteen kustannuksiin päätyen lopulta yhdelle kustannuspaikalle. (Dickersbach & Keller 2011: 112–117.)



Kuva 13. Vaiheluettelo- ja työpistetietojen yhteys kustannusten muodostumiseen.

## 5 SAP:n perustietojen nykytila Large Drives -tuotantoalueella

ABB Oy:n Large Drives -tuotantoalue on kokenut paljon muutoksia viimeisen viiden vuoden aikana. Kokoonpanolinjojen sijoittelu on muuttunut, varaston kiertonopeutta on parannettu ja Lean-prosessifilosofian oppeja on otettu käytäntöön. Kokoonpanopisteillä on käytössä materiaalihäkit, joissa on materiaalit kymmenen taajuusmuuttajan valmistamiseen. Häkkien tyhjentyessä haetaan uusi häkki tilalle ja tilataan ulkoiselta varastolta seuraava täysi häkki RFID (Radio Frequency Identification) -tunnisteen avulla. Tämä on yhtenä esimerkkinä aiheuttanut tuotannon läpimenoaikojen lyhenemistä ja johtanut eri kokoonpanovaiheiden ja -aikojen muuttumiseen. Kokoonpanovaiheiden muututtua tuotantopisteiden sijoittelun oli myös muututtava. Kuvassa 14 esitetään Large Drives -tuotantoalueen tuotantopisteiden sijoittelun nykytila.



Kuva 14. Large Drives -tuotantoalueen tuotantoasettelu.

## 5.1 Vaiheluettelotiedot

Edelliset vaiheluettelotiedot on luotu vuosina 2013–2015, jolloin suurin osa nykyisistä tuoteperheistä oli vielä osittain ylösajovaiheessa. Nykyiset vaiheluettelotiedot eivät vastaa todellista nykytilaa. Vaiheajat on määritelty SAP:iin pidemmäksi, kuin mitä ne todellisuudessa ovat. Kuva 15 havainnollistaa tällä hetkellä kokoonpanossa käytössä olevien vaiheluettelotietojen vaiheoperaatioita -01-tuotteiden osalta.

Operaation nimi SAP:ssa	Operaatio	Selitys
Production start - start	10	Asentaja katsoo työjonosta seuraavan laitteen sekä tulostaa laitteelle keräilylistan jolloin laitteelle generoituu sarjanumero
Production start - end	11	Asentaja tulostaa laitteelle tyyppikilpitarran ja aloittaa ensimmäisen työvaiheen: Laitteen tehokomponentit (IGBT,tyristorit,purkausvastukset) jäljitetään SAP:iin ja tarvittaessa levitetään lämmönsiirtorasva komponenttien pohjaan. Ohjausyksikkö ja muistikomponentti jäljitetään ja niihin liimataan tarvittavat tarrat. Kärry, jossa nämä komponentit ovat viedään bufferipaikalle odottamaan kokoonpanoa.
Main Assembly 1 - start	20	Ensimmäinen virallinen kokoonpanovaihe. Asentaja hakee tyhjän pöydän kokoonpanolinjaston toisesta päästä sekä kärryn, josta löytyvät vaiheessa 11 jäljitetyt komponentit ja keräilylista/tyyppikilpitarra. Nämä haettuaan asentaja manuaalisesti vahvistaa SAP:iin vaiheen aloitetuksi konffaamalla operaation 20, tämän jälkeen itse työ voi alkaa. Runkopeltien sisään asennetaan kondensaattoripaketti, kuristin, jäähdytyslementti sekä suurin osa tehokomponenteista.
Main Assembly 1 - end	21	Ensimmäinen kokoonpanovaihe päättyy. Kun työohjeissa mainitut toimenpiteet vaiheen 1 osalta on tehty, asentaja manuaalisesti vahvistaa operaation 21 suoritetuksi.
Main Assembly 2 - start	22	Toinen vaihe aloitetaan. Asentaja vahvistaa operaation, kun hän on saanut laitteen eteensä. Loput tehokomponentit kiinnitetään. DC-kiskosto ja muut vaihekiskot kiinnitetään.
Main Assembly 2 - end	23	Toinen kokoonpanovaihe päättyy. Kun työohjeissa mainitut toimenpiteet vaiheen 2 osalta on tehty, asentaja manuaalisesti vahvistaa operaation 22 suoritetuksi.
Main Assembly 3 - start	24	Kolmas kokoonpanovaihe alkaa. Korttisalkku asennetaan ja suurin osa johdotuksista.
Main Assembly 3 - end	25	Kolmas kokoonpanovaihe päättyy. Kun työohjeissa mainitut toimenpiteet vaiheen 3 osalta on tehty, asentaja manuaalisesti vahvistaa operaation 23 suoritetuksi.
Hipot - start	35	Laitte tarkastetaan, nostetaan testipaletille sekä kaapeloidaan. High potential test alkaa kun nämä toimenpiteet on tehty ja järjestelmä kuittaa vaiheen 35.
Hipot - end	36	High potential test loppuu ja laite menee uuniin.
Test - start	40	Varsinainen burn-in testi alkaa.
Test - end	41	Testaus loppuu ja robottii nostaa laitteen kuljettimelle, joka toimittaa laitteen loppuvarustelupisteelle.
Outfitting - start	45	Laitte saapuu kuljettimella loppuvarusteluun. Tämän jälkeen työntekijä vahvistaa operaation 45.
Outfitting - end	46	Kaapelit ja muut mahdolliset testikomponentit irroitetaan ja laite nostetaan kuljettimelle, joka vie laitteen "sarvelle" varusteltavaksi. Laitte varustellaan ja kerätään mahdolliset lisälaatikot ja -optiot mukaan. Tämän jälkeen työntekijä tulostaa testiraportin, joka automaattisesti vahvistaa operaation 46. Kerätään testiraportin määrittämät kielimanuaalit.
Packing - end	50	Vahvistetaan operaatio 50, joka tulostaa laitteelle pakkaustarran. Laitteelle määritellään pakkaus ja paino, jonka jälkeen tulostetaan pakkalista ja e-numerotarrat (laitte sepotetaan). Laitte pakataan asiakaspakkaukseen ja tarrat liimataan laitteen kylkeen.

Kuva 15. -01-tuotteiden vaiheluettelotietojen operaatiot ja niiden selitykset.

-04-tuotteiden osalta taulukkoon tulee lisätä operaatiot 30 ja 31. Ne tarkoittavat kokoonpanovaihetta 4 (Main Assembly 4, start/end). Kokoonpanon kannalta tämä merkitsee viimeisten peltiosien ja johtojen asennusta. Kuvasta 16 nähdään -04-tuotteiden eri vaiheoperaatiot, mukana operaatiot 30 ja 31.

Operation Overv.						
Op...	SOp	Work center	Plnt	Control key	Description	Base Quantity
0010		AS8XX	0001	PP08	Production start - start	1
0011		AS8XX	0001	PP08	Production start - end	1
0020		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 1 - start	1
0021		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 1 - end	1
0022		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 2 - start	1
0023		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 2 - end	1
0024		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 3 - start	1
0025		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 3 - end	1
0030		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 4 - start	1
0031		AS8XX	0001	PP08	Main assembly 4 - end	1
0035		TE80XR8	0001	PP08	Hipot - start	1
0036		TE80XR8	0001	PP08	Hipot - end	1
0040		TE80XR8	0001	PP08	Testing - start	1
0041		TEOFFCAP	0001	PP08	Testing - end	1
0045		AS8XX	0001	PP08	Outfitting - Start	1
0046		AS8XX	0001	PP08	Outfitting - End	1
0050		AS804PAC	0001	PP11	Packing - End	1

Kuva 16. -04-tuotteiden vaiheoperaatiot.

## 5.2 Työpiste- ja osaluettelotiedot

Vaiheluettelotietoihin on määritelty pääosin kolme eri työpistettä. Ihmisen tekemälle työlle on yksi työpiste, koneen tekemälle työlle yksi työpiste ja pakkausvaiheelle oma työpiste. Neljäs työpiste, TEOFCAP, operaation 41 kohdalla on pääasiassa sama työpiste kuin testauksessa käytetty, mutta sitä käytetään myös tuotantokapasiteetin mittaamiseen.

Toiminnallisuuden kannalta nämä työpistevaihtoehdot toimivat tällä hetkellä, mutta eivät ole joustavia tuotannon muutoksissa. Teknisesti katsoen jokainen kokoonpanovaihe on omansa ja sijaitsee fyysisesti hieman erillään toisista, minkä vuoksi jokainen kokoonpanovaihe on oma työpisteensä. Tällä hetkellä yhden työpistetiedon muutos vaikuttaa moniin eri työvaiheisiin eivätkä työvaihekohtaiset muutokset ole mahdollisia. Tämä vaikuttaa työpistekohtaiseen kapasiteetin hallintaan.

Osaluettelotiedot ovat pääosin hyvällä mallilla ja toimivat nykyisellään hyvin. Uusien, ylösvaiheessa olevien tuotteiden kohdalla ongelmia esiintyy, mutta tämä johtuu usein keskeneräisestä tuotesuunnittelusta ja komponenttien vaihtuvuudesta. Komponenttien

ja tuotteen rakenteen vakiintuessa lopulliseen muotoon myös osaluettelot saadaan kohdilleen. Kaikissa Large Drives -tuotantoalueen tuotteissa käytetään konfiguroitavaa osaluetteloa, mikä tuo omat haasteensa ylläpitoon.

Nykyisissä vaiheluettelotiedoissa ei ole otettu huomioon mahdollisia lisäoptiokoodoja, jotka vaikuttavat kokoonpanoon monissa eri työvaiheissa ja näin ollen pidentävät kokoonpanoaikaa. Kuvassa 17 on lueteltu lisäoptiot, jotka vaikuttavat kokoonpanoaikaan.

Optio	Selitys	Vaikutus kokoonpanoaikaan (minuuteissa)	Missä kokoonpanovaiheessa vaikuttaa	Prosentuaalinen määrä suhteutettuna kaikkiin laitteisiin
+B055/+B056	Vesitiivis laite (ACS880-01)	6	Loppuvarustelu	9 %
+E202	EMC-suodatin (ACS880-01)	3	WS 1, WS 3, Testaus	29 %
+E200/+E201	EMC-suodatin (ACS880-04)	4	Aloitussolu, WS 3	15 %
+D150	Jarrukatkoja (ACS880-01)	4	Aloitussolu, WS 1, WS 2, WS 3	14 %
+D150	Jarrukatkoja (ACS880-04)	5	Aloitussolu, WS 1, WS 2, WS 3, WS 4	11 %
+Lxxx/+Kxxx	Optioliitännäinen ohjausyksikköön (ACS880-01)	2-4	WS 3, Testaus, Loppuvarustelu	21 %
+Q972/+Q973	Optioliitännäinen ohjausyksikköön (ACS880-04)	2-4	WS 4, Testaus, Loppuvarustelu	12 %
+Q972/+Q973	Vahinkokäynnistyksenesto	2	WS 3 (ACS880-01), WS 4 (ACS880-01), Testaus, Loppuvarustelu	2 %
+H356	Tasavirtasyöttökiskosto (ACS880-04)	3	WS 2, WS 3	53 %
+Nxxx	Ohjelmisto, joka poikkeaa vakio-ohjelmistosta (ACS880-01)	1-40	Testaus	8 %
+Nxxx	Ohjelmisto, joka poikkeaa vakio-ohjelmistosta (ACS880-04)	1-40	Testaus	4 %

Kuva 17. Optiokoodit, jotka vaikuttavat kokoonpanoaikaan.

Kokonaisvaltaisesti ajateltuna nämä optiot eivät tuo suurta lisäystä kokonaiskokoonpanoaikaan, mutta työpisteiden tasapainotuksen kannalta ne ovat tärkeitä tietoja. Myös työvaiheiden kustannuksia laskettaessa niillä on merkitystä, jotta kustannukset eivät vääristy.

### 5.3 Vaiheluetteloryhmät ja niiden sekvenssit

Large Drives -tuotantoalueella vakiintuneessa vaiheessa olevien kahden tuoteperheen vaiheluettelot on tällä hetkellä jaettu taulukon 2 mukaisesti eri vaiheluetteloihin ja niiden sekvensseihin.

Taulukko 2. Kahden esimerkkituoteperheen tehtäväluetteloryhmät, sekvenssit ja osaluetteloryhmät.

	Tuoteperhe 1		
	Tuote 1	Tuote 2	Tuote 3
Tehtäväluetteloryhmä	50051365	50051365	50051365
Sekvenssi	7 Seq for R7-R9	7 Seq for R7-R9	7 Seq for R7-R9
Osaluetteloryhmä	563159	563159	563159

	Tuote 4	Tuote 5	Tuote 6
Tehtäväluetteloryhmä	50063497	50051365	50051365
Sekvenssi	6 Seq for R10-R11	6 Seq for R10-R11	6 Seq for R10-R11
Osaluetteloryhmä	746305	746305	746305

	Tuoteperhe 2		
	Tuote 1	Tuote 2	Tuote 3
Tehtäväluetteloryhmä	50025694	50025694	50025694
Sekvenssi	5 Seq for R7-R9	5 Seq for R7-R9	5 Seq for R7-R9
Osaluetteloryhmä	279800	279800	279800

	Tuote 4	Tuote 5
Tehtäväluetteloryhmä	50025694	50025694
Sekvenssi	6 Seq for R10-R11	6 Seq for R10-R11
Osaluetteloryhmä	532526	532526

Taulukosta 2 nähdään, että tuotteiden vaiheluettelot perustuvat kolmeen tehtäväluetteloryhmään: 50051365, 50025694 ja 50063497. Tuoteperheellä 1 on kaksi eri tehtäväluetteloryhmää ja tuoteperheellä 2 yksi tehtäväluetteloryhmä. Erilliset tehtäväluetteloryhmät samalla tuoteperheellä eivät palvele käyttötarkoitusta ja vaikeuttavat vaiheluettelo-tietojen ylläpitoa.



## 6 Perustietoihin ja kustannuksiin vaikuttavat kehityskohteet Large Drives -tuotantoalueella

Vaiheluetteloryhmien parantamiseen ja operaatioaikojen mittaamiseen on monia keinoja. Seuraavaksi esitellään havaittuja ongelmia ja niiden kehitysideat. Kehitysideat on mietitty siltä kannalta, että ne on mahdollista toteuttaa. Osa kehitysideoista vaatii enemmän investointeja ja työtunteja kuin toiset, mutta lähtökohtaisesti on valittu helpoimmat ja realistisimmat vaihtoehdot. Taulukosta 3 nähdään katsaus kehityskohteisiin, niiden ratkaisuehdotuksiin, lopputuloksiin ja vaikutuksiin tuotannossa.

Taulukko 3. Yhteenveto kehityskohteista.

Kehityskohde	Ratkaisuehdotus	Lopputulos	Vaikutus
Asiakaskohtaisten optioiden lisääminen vaiheluettelotietoihin	ZGTR_CFG_ROUTING-transaktion käyttöönotto	Tarkemmat vaiheaikatiedot SAP:iin	Tuotekustannukset
Vaiheaikatietojen keruu ja analysointi	Yhtenäinen sähköinen tietokanta häiriöille	Vaiheaikatietojen päivityksen helpotus	Tuotekustannukset ja tuotannonsuunnittelijan työkuorman keventäminen
	Tunnistimen asentaminen kokoonpanolinjalle	Vaiheaikatietojen päivityksen helpotus	Tuotekustannukset ja tuotannonsuunnittelijan työkuorman keventäminen
Läpimenoaikojen normalisointi	Perehdytyslinja	Määritetyn tuotantokapasiteetin ja läpimenoajan ylläpito	Kapasiteetin hallinnan- ja asiakastytyvyyden parantaminen
Työpistetietojen päivitys	Omat työpistetiedot jokaiselle kokoonpanovaiheelle	Kapasiteetin tarkempi määrittely	Tuotekustannukset ja kapasiteetin hallinnan parantaminen
Operaatioiden standardisointi ja vakiovaiheluetteloiden käyttö	Samankaltaiset operaatiot käyttöön koko tulosyksikölle	Vaiheaikatietojen ylläpidon ja seurannan helpotus	Tuotekustannukset ja tuotannonsuunnittelijan työkuorman keventäminen

### 6.1 Asiakaskohtaisten optioiden lisääminen vaiheluettelotietoihin

SAP-vaiheaikadataa tutkittaessa huomattiin, että laitteilla on tuhansia erilaisia asiakaskohtaisia optioita ja niiden kaikkien huomioiminen vaiheluettelotiedoissa on nykyisellään

mahdotonta. Tuotekustannusten kannalta on kuitenkin olennaista, että tiedot ovat mahdollisimman tarkat. Nykyisissä vaiheluettelotiedoissa on käytetty keskiarvoja erilaisista tuoteyhdistelmistä.

ABB Drivesin toisessa liiketoimintayksikössä on pilottikäytössä ABB:lle varta vasten tehty SAP-transaktio ZGTR\_CFG\_ROUTING. Se mahdollistaa erilaisten asiakaskohtaisten optioiden ja niiden vaiheaikojen lisäämisen vaiheluettelotietoihin ilman, että tarvitsee muuttaa tai lisätä tehtäväluetteloryhmiä tai niiden sekvenssejä.

Pilottikäytössä on tullut ilmi, että transaktio ZGTR\_CFG\_ROUTING on mahdollistanut asiakaskohtaisten optiokoodien lisäämisen vaiheluettelotietoihin ilman rajoituksia. Tämä on aiheuttanut sen, että vaiheluettelotietoihin on lisätty optiokoodiyhdistelmiä, jotka eivät tuo merkittävää lisäarvoa vaiheluettelotietojen osalta. Tämä on vaikeuttanut vaiheaikatietojen ylläpitoa. Kaikkia mahdollisia optiokoodiyhdistelmiä ei voida siis ottaa huomioon, mutta transaktio parantaa silti vaiheaikaluettelon ja vaiheaikojen täsmällisyyttä tuotekustannusten näkökulmasta verraten tilanteeseen, jossa transaktiota ei käytetä. Tämän takia transaktio on myös hyvä ottaa käyttöön Large Drives -tuotantoalueella ja koko LPDA-liiketoimintayksikössä.

## 6.2 Vaiheaikatietojen keruu ja analysointi

Vaiheaikoja päivitettäessä käytetään muutamaa tapaa, joilla saadaan ajat vastaamaan senhetkistä tilaa. Yksi näistä tavoista on SAP:sta saatava vaiheaikadata, josta näkee milloin työvaiheoperaatiot on vahvistettu SAP:iin. Suurin osa operaatioista vahvistetaan manuaalisesti taajuusmuuttajan kokoonpanijan toimesta. Monesti tässä saattaa sattua unohduksia: vahvistetaan työvaiheen aloitus vasta siinä vaiheessa, kun työvaihe on oikeasti jo suoritettu. Laitteessa voidaan myös huomata vika, jolloin sitä joudutaan purkamaan ja työvaiheen kokonaiskesto voi venyä useisiin tunteihin. Unohdukset ja häiriöt aiheuttavat vääristymää SAP:sta saatavaan dataan. Näiden seikkojen vuoksi toimintatappaan on saatava parannusta, jotta pystytään hyödyntämään SAP:n tuottama tieto kokonaisuudessaan.

Mahdolliset parannusta aiheuttavat toimenpiteet ovat seuraavat:

- Unohduksen, häiriön tai muun normaalista ajasta poikkeavan tiedon merkitseminen tietokantaan (Access, Excel, SAP tms.), josta voidaan nähdä poikkeavan kokoonpanoajan syy ja kesto. Tällä hetkellä tuotantolinjalla on käytössä toimintatapa osaan tällaisista tilanteista. Tuotantolinjalla on valkotaulu, johon viimeisen kokoonpanovaiheen tekijä merkitsee laitteen valmistuttua poikkeavan kokoonpanoajan syyn ja keston. Valkotaulu pyyhitään työvuoron päätteeksi tyhjäksi, jolloin syiden ja aikojen kirjaaminen jää vuorossa olevan työnjohtajan muistamisen vaaraan.

Poikkeavista kokoonpanoajoista kirjataan myös virtuaaliseen tietokantaan häiriömerkintä, joka auttaa vuorossa olevaa työnjohtajaa huomaamaan mahdolliset ongelmatapaukset. Häiriö kirjataan ongelman tultua ilmi ja suljetaan, kun ongelma on saatu ratkaistua. Häiriökirjausjärjestelmään jää aikamerkintä vain silloin, kun edellä olevat toimenpiteet suoritetaan. Häiriö voidaan kirjata kesken kokoonpanovaihetta, jolloin häiriön tuoma ylimääräinen aika on vaikea erottaa varsinaisesta kokoonpanovaiheen työajasta, erityisesti silloin, kun häiriö on laaja-alainen ja vaatii niin paljon työtä, että häiriö saadaan suljettua vasta seuraavana päivänä. Häiriöitä ei kirjata vääräaikaisista operaatiovahvistuksista.

Nämä kaksi toimintatapaa tulee yhdistää ja selkeyttää toimintatapaa niin, että häiriön syy ja kesto tulevat selkeästi ilmi. Lisäksi vääräaikaiset operaatiovahvistukset tulee kirjata osana häiriökirjausprosessia.

- Valoverhon tai muun anturin asentaminen kokoonpanolinjalle. Anturin tarkoituksena on vahvistaa automaattisesti SAP:iin kokoonpanovaihe aloitukseksi tai lopetukseksi, kun laite tulee työpisteelle ja lähtee työpisteeltä. Kokoonpanijan ei tällöin tarvitse huolehtia manuaalisesti kokoonpanovaiheen vahvistamisesta. Mikäli anturista saatavan tiedon yhdistäminen suoraan SAP:n työvaiheiden operaatiovahvistuksiin on haastavaa, riittävät aikaleimat aloituksesta ja lopetuksesta hyvin. Aikaleimoista ja SAP:sta saatavasta datasta saa näin koostettua riittävän määrän oikeellista tietoa. Näin saadaan aina päivitettyä vaiheluettelotietoihin uudet ajantasaiset vaiheajat.

Ainoan ongelman tuottaa erilaisten laitevariaatioiden määrä. Pelkistä aikaleimoista ei mahdollisesti nähdä laitetyyppejä. Aikaleimat voidaan kuitenkin ajan

ja päivämäärän perusteella yhdistää SAP:sta saataviin vaiheaikojen operaatio-  
vahvistuksiin, jolloin myös laitetyyppi saadaan selville. SAP:sta saadaan myös  
selville jokaisen työvaiheen työntekijä, ja näin ollen voidaan ottaa huomioon jou-  
tuisuuskero vaiheaikatietoja tutkittaessa. Joutuisuuskertoimen avulla saadaan  
karsittua työntekijöiden työskentelyn nopeuden vaihtelevuus.

### 6.3 Läpimenoaikojen normalisointi

Kokoonpanolinjoilla on työntekijöitä, joiden työskentelyn nopeus vaihtelee huomattavasti.  
Suurimman ongelman aiheuttavat uudet työntekijät, jotka vasta perehtyvät tuotteiden ko-  
koonpanoon. He ovat huomattavasti hitaampia kuin kokeneemmat työntekijät. OPF-lin-  
jan toimintaperiaate perustuu siihen, että työvaiheet on tasapainotettu oikein ja kokoon-  
panolinjalla on työntekijöitä, joiden työskentelyn nopeus on samalla tasolla. Kokeneem-  
pien työntekijöiden kohdalla kokoonpanoaikojen vaihtelu on pienempi, mutta aloittelevat  
työntekijät saattavat aiheuttaa pullonkaulan tuotannossa ja tuotanto hidastuu. Tämän  
vuoksi uusilla työntekijöillä tulisi olla oma kokoonpanolinja, jolla he voisivat harjoitella  
tuotteiden kokoonpanoa hidastamatta kokeneempia työntekijöitä.

### 6.4 Työpistetiedot

Large Drives -tuotantoalueella työpisteet eivät vastaa tällä hetkellä SAP:ssa määriteltyä  
työpistettä (work center). Yhdellä kokoonpanolinjalla käytetään SAP:ssa vain yhtä työ-  
pistettä. Kokoonpanolinja käsittää kuitenkin kolme tai neljä eri työpistettä. Jokaiselle var-  
sinaiselle työpisteelle tulisi tehdä SAP:iin oma työpiste, jonka kautta yksittäisten työpis-  
teiden hallinnoiminen olisi helpompaa. Kapasiteetin hallinnan näkökulmasta on hyvä ero-  
tella työpisteet omiksi, jotta voidaan seurata ja määritellä kapasiteettitietoja pienempinä  
lohkoina. Työpistetietoja ei tarvitse päivittää kovinkaan usein, joten ylläpidon kannalta  
tästä ei tulisi suurta ongelmaa.

### 6.5 Operaatioiden standardisointi ja vakiovaiheluetteloiden käyttö

Jokaisella tuotantolinjalla on omat operaatiot tarpeiden määrittelemiseksi. Operaationu-  
merot ovat yleensä välillä 10–50 kaikilla Low Power Drives and Automation -tulosityksikön  
tuotantoalueilla. Kuvassa 18 nähdään kolmen eri Low Power Drives and Automation -

tuotantoalueen määritelmät eri operaatioille -01-tuotteilla. Tuotantolinjojen operaatiot ylhäältä alas, eroteltuna sinisellä vaakapalkilla ovat Large Drives, Tuotantoalue 1 ja Tuotantoalue 2.

0010	AS8XX	0001	PF08	Production start - start
0011	AS8XX	0001	PF08	Production start - end
0020	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 1 - start
0021	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 1 - end
0022	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 2 - start
0023	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 2 - end
0024	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 3 - start
0025	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 3 - end
0030	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 4 - start
0031	AS8XX	0001	PF08	Main assembly 4 - end
0035	TE80XR8	0001	PF08	Hipot - start
0036	TE80XR8	0001	PF08	Hipot - end
0040	TE80XR8	0001	PF08	Testing - start
0041	TE0PFCAP	0001	PF08	Testing - end
0045	AS8XX	0001	PF08	Outfitting - Start
0046	AS8XX	0001	PF08	Outfitting - End
0050	AS804PAC	0001	PF11	Packing - End
0010	AS880R5	0001	PF08	Production start - start
0011	AS880R5	0001	PF08	Production start - end
0020	AS880R5	0001	PF08	Main assembly 1 - start
0021	AS880R5	0001	PF08	Main assembly 1 - end
0035	TE880R5	0001	PF08	Hipot - start
0036	TE880R5	0001	PF08	Hipot - end
0037	AS880R5	0001	PF08	Hipot+ - start
0038	AS880R5	0001	PF08	Hipot+ - end
0040	TE880R5	0001	PF08	Testing - start
0041	TE880R5	0001	PF08	Testing - end
0045	AS880F	0001	PF08	Outfitting - Start
0050	AS880F	0001	PF11	Packing - End
0010	ACS850	0001	PF08	Production Start - start
0040	ACS850	0001	PF08	Testing - start
0041	ACS850	0001	PF08	Testing - end
0050	ACS850	0001	PF11	Packing - End

Kuva 18. Large Drivesin, tuotantoalue 1:n ja tuotantoalue 2:n operaatiot -01-tuotteilla.

Kuvasta nähdään, että operaatiot noudattelevat yleensä melko yhtenevää linjaa. Poikkeuksena ovat Large Drives -tuotantoalueen operaatiot 30–31. Järkevää olisi linjata operaationumerot tietyltä aikaväliltä tarkoittamaan tiettyä osaa tuotannossa, esimerkiksi operaatiot väliltä 10–20 tarkoittamaan tuotannon aloitusta, operaatiot 20–30 kokoonpanovaiheita, operaatiot 30–40 testausta ja operaatiot 40–50 loppuvarustelua ja pakkaamista. Näin Large Drives -tuotantoalueen operaatiot 30–31 voitaisiin määritellä operaatioiksi 26–27. Linjauksen myötä voitaisiin luoda vakiovaiheluetteloita nopeuttamaan vaiheluettelotietojen päivitystä.

Operaationumerolinjauksen avulla voidaan myös hyödyntää vaiheluettelotietojen standardisekvenssiä paremmin. Standardisekvenssille voidaan esimerkiksi määritellä pääoperaatiot 10, 20, 30, 40 ja 50. Tuotantoalueet voivat itse vaihtoehtoisilla sekvensseillä määritellä välioperaatiot näiden pääoperaatioiden välille. Tällä hetkellä kaikissa tehtävälouetteloryhmissä standardisekvenssille on määritetty vain vaiheluettelotietojen paluuoperaatio ja jokaisella tuotantoalueella on erikseen kaikki operaatiot omilla vaihtoehtoisilla sekvensseillään.

## 7 Tutkimuksen lopputulokset

### 7.1 Vaiheaikojen päivitys ja vaikutus tuotekustannuksiin

SAP:n vaiheluettelotietoja tutkimalla voitiin havaita, että -01- ja -04-tuotteiden vaiheaikojen kestot oli määritetty lähes identtisiksi kokoonpanoajien osalta. Tuotteet ovat kuitenkin hyvin erilaisia kokoonpanon osalta. -04-tuotteiden kokoonpanoaika on todellisuudessa noin 1,5-kertainen -01-tuotteisiin nähden, joten identtiset kokoonpanoajat herättivät ihmetystä. Todellisuudessa molempien tuoteperheiden ajat oli määritetty paljon pidemmiksi, kuin olisi pitänyt olla. Kuvassa 19 näytetään tuotteiden työvoimaa vaativien operaatioiden kokonaisaika nykyisten vaiheluettelotietojen mukaan laskettuna (tunteina).

-01 tuotteet	2,693
-04 tuotteet	2,649

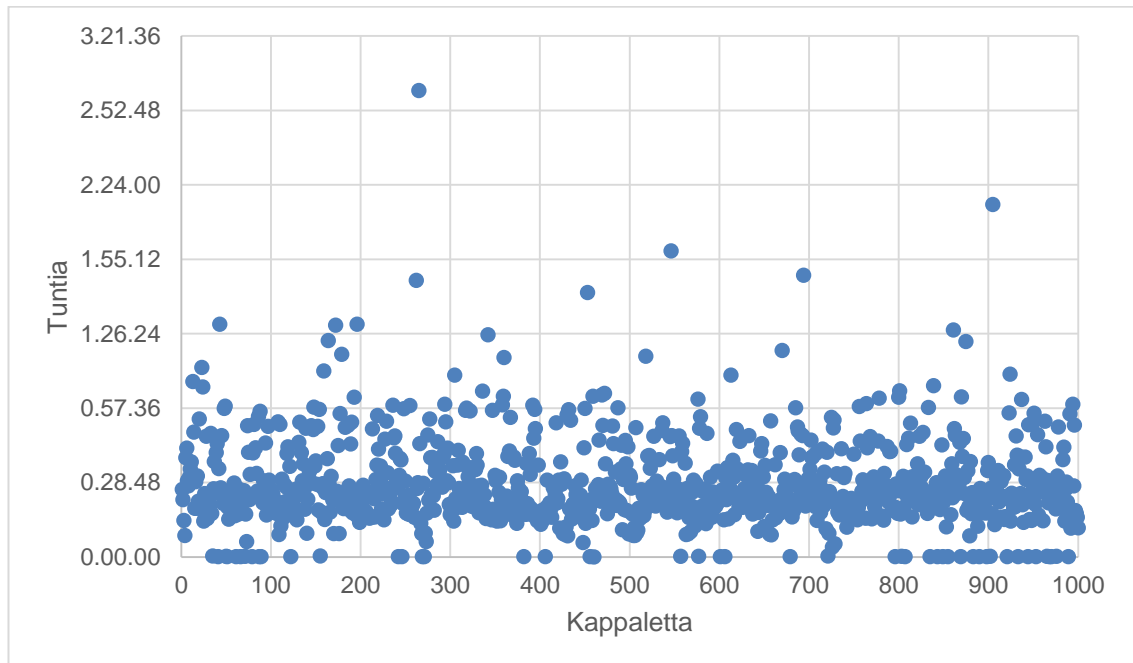
Kuva 19. Työn (labor) vaatima aika SAP:ssa.

Kuvan vaiheluetteloajat on määritetty SAP:iin aikana, jolloin työpisteiden tasapainotukset eivät olleet kohdillaan eivätkä OPF-linjat olleet vakiintuneet nykyiselle tasolle. Näin ollen tuoteperheiden vaiheaikoja ei ollut erikseen eritelty, vaan mentiin ”varman päälle” kokoonpanoltaan hitaimman tuoteperheen mukaan. Työvoimakustannuksien osalta tämä on aiheuttanut liikaa kustannuksia todelliseen tilaan nähden.

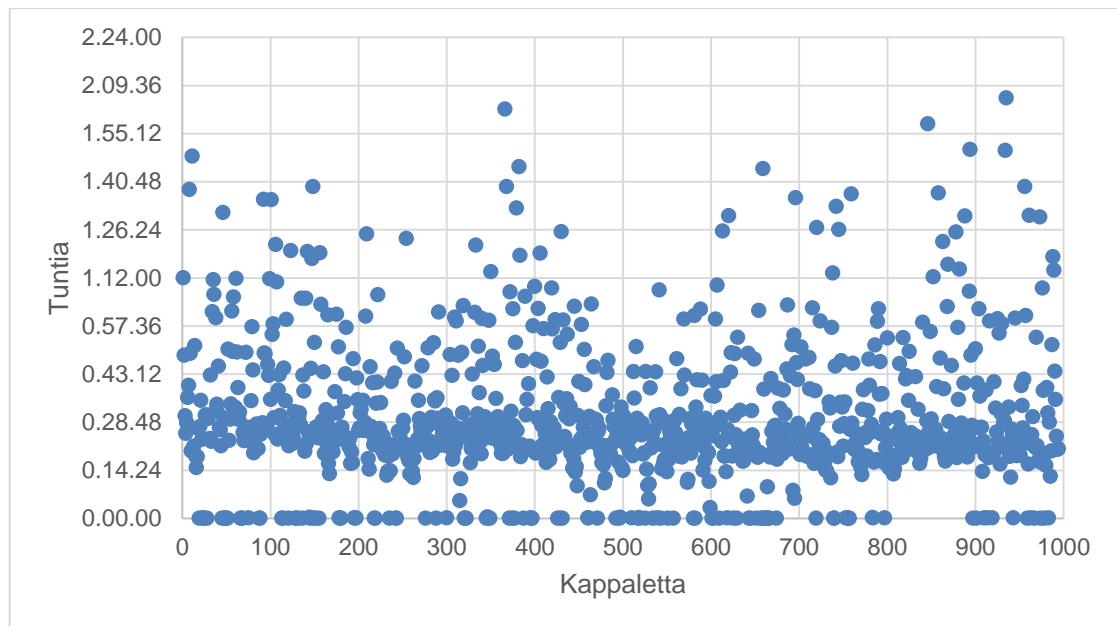
Vaiheaikoja päivitettäessä käytettiin suurelta osin SAP:sta saatua vaiheaikadataa, josta nähtiin laitetyypeittäin kunkin operaation aloitus- ja lopetusajat. Vaiheaikojen päivityksessä käytettiin vaiheaikatietoja laitteista, jotka oli valmistettu aikavälillä 1.7–12.10.2017.

Valmistettuja laitteita kertyi tältä ajalta 6 572. Näistä -01-tuotteita oli 4 814 ja -04-tuotteita 1 758.

Tutkittaessa SAP:n vaiheaikadataa huomattiin luvussa 6.2 mainittu ilmiö. Datassa oli paljon vaiheaikaväärityksiä vääräaikaisen operaatiovahvistuksen, laitteen vikaantumisen tai muun vastaavan häiriön takia. Vääritysten syytä ei tiedetty puutteellisen häiriönkirjausprosessin vuoksi. Kysely, jolla vaiheaikatiedot haettiin, ei sisällä muuta tietoa kuin operaatioiden vahvistusajankohdan. Näistä syistä vaiheaikadatasta täytyi karsia monien laitteiden vaiheaikatietoja, niin että jäljelle jäi 3 802 kappaletta -01-tuotteita ja 1 392 kappaletta -04-tuotteita. Kuvat 20 ja 21 havainnollistavat 1 000 kappaleen otoksella tuotteiden -01 ja -04 kokoonpanovaiheen 1 hajontaa.



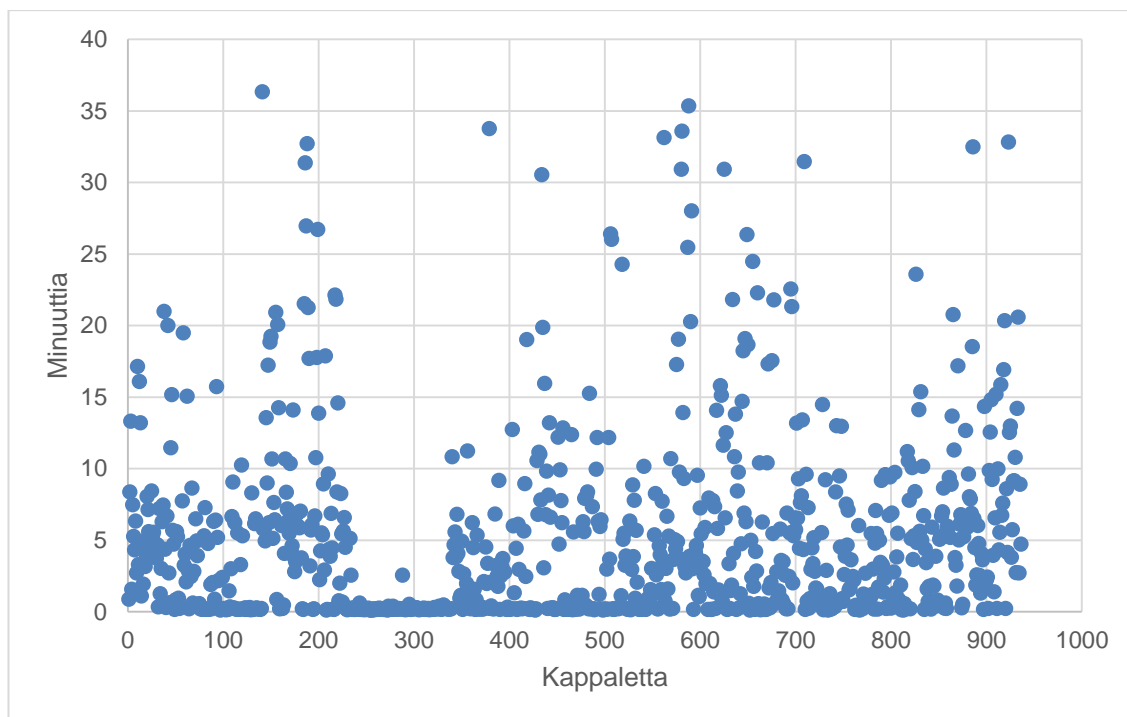
Kuva 20. -01-tuotteiden hajonta operaatioiden 21–22 välillä.



Kuva 21. -04-tuotteiden hajonta operaatioiden 21–22 välillä.

Hajontakuvioista voidaan hyvin havaita että vaikka hajontaa on jonkin verran, operaatioiden 21 ja 22 välinen vaiheaja ajoittuu suurimmaksi osaksi välille 25–30 minuuttien. OPF-kokoonpanolinjan luonteen vuoksi vaiheajat pysyvät suurimmaksi osin melko vakiona, mikäli häiriöitä ja vääriäaikaisia operaatiovahvistuksia ei oteta huomioon. Operaatiot välillä 45–50 sisältävät enemmän hajontaa, koska loppuvarustelun osalta ei käytetä OPF-kokoonpanolinjaa ja loppuvarustelussa on enemmän muuttuvia elementtejä. Näihin lukeutuvat esimerkiksi testikaapeleiden poistaminen, laitteen mukana toimitettavien lisäosien tilaus ja nouto, kuljetusalustojen nouto ja asiakaskohtaisten tuotemanuaalien valinta ja pakkaus, Kuvasta 22 nähdään -04-tuotteiden aikamääräinen hajonta loppuvarustelun osalta. Otokoko on 936 kappaletta ja sisältää vain -04 tuotteiden SPU-moduulit. SPU-moduuleja ei toimiteta suoraan loppuasiakkaalle, vaan ne toimitetaan sisartehaille tai muille tulostyksiköille loppukonfiguraatiota tai kaapitusta varten. SPU-moduulit eivät yleensä sisällä asiakaskohtaisia manuaaleja tai muita lisäosia.





Kuva 22. SPU-tuotteiden hajonta loppuvarustelussa (operaatiot 45–50).

Hajontakuviosta havaitaan, että vaikka kyseessä on tuote, johon ei sisälly mukana toimitettavia lisäosia tai tuotemanuaaleja, hajonta on merkittävää. SPU-moduuleista noin 40 % toimitetaan Pitäjänmäen tehtaan sisällä toiselle tulosityksikölle. Loput 60 % pakataan ja toimitetaan kuljetettavaksi sisartehtaille tai alueellisiin keskusvarastoihin. Tehtaan sisälle toimitettavien moduulien siirtoa varten ne on nostettava pystyyn ja asetettava siirtoalustalle. Siirtoalustoja ei aina ole ollut heti saatavilla, niiden rajallisen määrän vuoksi tai sitten ne on jouduttu hakemaan muutaman sadan metrin päästä olevalta varastopaikalta. Tämä selittää osittain hajontakuvion pirstaleisuutta. Loppuvarustelun tuotantotilan asettelu ja pakkauslinjan kapasiteetti selittää sisartehtaille ja keskusvarastoon toimitettavien tuotteiden vaiheaikahajontaa. Hajonnan pirstaleisuuden vuoksi vaiheaikadatassa käytettiin vaiheajoja päivitettäessä mieluummin sekuntikellolla tapahtuvaa kelloa oikeiden vaiheajojen selvittämiseksi.

Toinen ongelma, joka tuli ilmi vaiheaikadataa tutkittaessa liittyi vaiheaikaluetelossa oleviin työvaiheoperaatioihin. Ongelmaksi muodostuivat tietyt operaatiot ja odotusajat niiden välissä. Kaikille työvaiheille oli määritetty aloitus- ja lopetusoperaatio, mutta kaikkien työvaiheiden osalta niitä ei käytetty niiden vaatimalla tavalla. Esimerkiksi operaatiot 10 ja 11 olivat tällaisia. Operaatio 10 ei sisältänyt varsinaista työtä juuri lainkaan, vaan sitä käytettiin ainoastaan keräilylistan tulostamiseen. Näin ollen ensimmäinen varsinainen

työvaihe kohdistui operaatiolle 11, mikä teki siitä ensimmäisen työvaiheen aloitusoperaation lopetusoperaation sijaan. Kuten kuvasta 18 (s.31) nähdään, operaatio 10 oli määriteltä aloitusoperaatioksi ja operaatio 11 lopetusoperaatioksi. Tämän takia vaiheaikadastasta ei ollut juurikaan hyötyä operaatioiden 10 ja 11 vaiheaikoja tutkittaessa. Näiden työvaiheiden osalta vaiheaikojen mittaamisen metodina käytettiin kellotusta.

Työvaiheoperaatioissa välillä 20–31 hyödynnettiin SAP:n vaiheaikadataa. Työvaiheajoja päivitettäessä on otettu huomioon datasta saadut keskiarvoajat, mediaaniajat ja painotetut keskiarvot. Lopputulemana on käytetty näiden kaikkien yhdistelmää.

Vaiheaikojen tutkiminen auttoi supistamaan yhden tehtäväluetteloryhmän pois vaiheluettelotiedoista. Aikaisemmin käytössä oli kolme eri tehtäväluetteloryhmää, kuten taulukosta 2 (s. 26) voidaan nähdä. Päivityksen yhteydessä huomattiin -04-tuotteiden sisällä olevien eri tuoteperheiden kokoonpanoajien olevan niin lähellä toisiaan, että ne on mahdollista sulauttaa yhden tehtäväluetteloryhmän alle. Tämä helpottaa vaiheluettelotietojen ylläpitoa jatkossa.

Kuvassa 23 esitetään vanhat vaiheajat, uudet vaiheajat ja niiden ajallinen erotus laitetta kohti tunteina. Kuvan perusteella voidaan todeta uusien vaiheaikojen pienentävän merkittävästi tuotekustannuksia. Työkustannusten väärin muodostuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä talouspäälikölle ja vaikuttanut Large Drives -tuotantoalueen kustannuspaikkatietoihin merkittävästi.

	Vanhat vaiheajat (tuntia)	Uudet vaiheajat (tuntia)	Erotus
-01 tuotteet	2,693	1,824	0,869
-04 tuotteet	2,649	2,260	0,389

Kuva 23. Nykyiset ja päivitetty vaiheajat ja niiden tuntimääräinen erotus.

Kuvassa 24 näkyy työtuntien säästö päivä-, viikko- ja kuukausitasolla. Luvut on laskettu käyttämällä viisipäiväistä työviikkoa ja kaksikymmenpäiväistä kuukautta. Päivätasoiset kappalemäärät on laskettu tuotantokapasiteettimaksimin mukaan. Tuotantokapasiteettimaksimi käsittää täyden kuormituksen viidellä OPF-kokoonpanolinjalla.

	Päivä	Viikko	Kuukausi
-01 tuotteet	76,472	382,360	1442,540
-04 tuotteet	38,900	194,500	778,000

Kuva 24. Säästö työtunteina viikko-,päivä- ja kuukausitasolla.

## 7.2 Operaatioiden muokkaus

Vaiheaikoja tarkasteltaessa käytiin samalla läpi Large Drives -tuotantoalueella käytössä olevat operaatiot ja niiden tarpeellisuus. Ylimääräiset operaatiot ovat vaikeuttaneet vaiheluettelotietojen ylläpitoa ja tuottaneet virheellistä vaiheaikadataa. Vaiheikatarkastelussa kävi ilmi, että kolmesta operaatiosta on mahdollista päästä eroon. Ne ovat operaatiot 11, 36 ja 40.

Kuten luvussa 7.1 tuli ilmi, operaatiot 10 ja 11 tuottivat virheellistä vaiheaikadataa. Operaatiosta 10 ei ollut työkustannusten ja vaiheluettelotietojen kannalta merkittävää hyötyä, enemmänkin vain haittaa. Vaiheluettelotiedoissa on kuitenkin oltava jokin operaatio, jolla tuotanto aloitetaan. Operaatiolle 10 on allokoitu suurin osa materiaaleista, joten sen poistaminen ei tullut kyseeseen. Päädyttiin ratkaisuun, jossa poistettiin operaation 10 sijaan operaatio 11. Operaation 11 työvaiheaika siirrettiin operaatiolle 10. Näin työ kohdistui oikealle operaatiolle ja jatkossa vaiheaikadatan hyödyntäminen onnistuu myös ensimmäisen työvaiheen osalta. Ensimmäinen työvaihe (Software loading / Component picking) on myöhemmin mahdollista sulauttaa ensimmäiseen kokoonpanovaiheeseen (Main Assembly 1), jolloin myös operaatio 20 poistuu. Näin tuotanto alkaa suoraan ensimmäisellä kokoonpanovaiheella.

Toinen muutos koski operaatioita 36 ja 40 (Hipot - end ja Test – start). Molemmat operaatiot ovat laitteen testausta koneellisesti eikä näiden välissä tehdä yhtään ihmisen tekemää työtä, vaan kaikki on automatisoitu. Aiemmin on haluttu nähdä Hipot-työvaiheen vaatima aika, mutta on tullut ilmi, että aika pysyy vakiona ja tarvetta nähdä kyseistä aikaa ei ole. Operaatiot eivät ole vaikuttaneet laitteiden testaukseen millään tavalla, joten operaatioiden poistaminen oli teknisesti mahdollista. Taulukosta 4 nähdään operaatioluettelo näiden muutosten myötä. Punaisella korostetaan myöhemmin mahdollisesti poistettavaa operaatiota. Operaation poistaminen ei ole tässä vaiheessa vielä mahdollista tuotantotilan nykyisen asettelun ja materiaalilogistiikan vuoksi.








Taulukko 4. Uudet työvaiheoperaatiot vaiheluettelotiedoissa.

Operaation nimi SAP:ssa	Operaatio
Production start - start	10
Main Assembly 1 - start	20
Main Assembly 1 - end	21
Main Assembly 2 - start	22
Main Assembly 2 - end	23
Main Assembly 3 - start	24
Main Assembly 3 - end	25
Test- start	35
Test - end	41
Outfitting - start	45
Outfitting - end	46
Packing - end	50

### 7.3 Ylläpitoprosessi

Yhtenä tehtävänä tässä insinööriyössä oli kehittää dokumentaatio, jolla saadaan helposti ylläpidettyä vaiheaikatietoja. Mitään aikaisempaa dokumentaatiota aiheesta ei ole ollut, ja jokaisella tuotannonsuunnittelijalla on ollut oma prosessinsa vaiheaikojen ylläpitoon ja niitä on päivitetty vain, kun oikeasti on ollut pakko.

Tarkoituksena oli saada standardimuotoinen dokumentaatio, joka ohjeistaa tekemään vaiheaikojen päivityksen oikein ja määrittelemään ajanjaksot, jolloin tarkistetaan vaiheluettelotietojen ajantasaisuus. Tämän lisäksi tarkoituksena oli muodostaa helposti ylläpidettävä loki, johon muutokset voidaan helposti kirjata. Aikaisemmin vaiheaikaluettelomuutoksista ei ole ollut minkäänlaista lokia olemassa. SAP:sta on tosin mahdollista saada tieto muutoksista. Transaktiolla CA60 nähdään esimerkiksi, milloin muutokset on tehty ja kuka muutokset on tehnyt. Näiden tietojen avulla ei tosin voida todeta vaiheluettelotietojen tarkistusprosessin ajanmukaisuutta ja tarvitseeko jokin asia nyt tai tulevaisuudessa lisähuomiota. Kuvassa 25 on näkymä transaktiosta CA60, ja liitteenä 2 on havainnollistava kuva tiedostosta, joka tukee vaiheluettelotietojen ylläpitämistä ja päivittämistä. Lokiin on määritelty jokaiselle vaiheluetteloryhmän sekvenssille vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö huolehtii, että tiedot ovat aina ajan tasalla.

Task List Changes								
      								
<b>Task List Type:</b> N <b>Group :</b> 50051365								
Grp.Count	Object	Item	Item Short Text	Valid From	Valid to	Action	Changed on	Changed by
1	Operation	0020	Main assembly 1 - start	29.05.2013	31.12.9999	Created	29.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0021	Main assembly 1 - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0035	Hipot - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0036	Hipot - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0037	Hipot+ - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0038	Hipot+ - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0040	Testing - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0041	Testing - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0045	Outfitting - Start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0050	Packing - End	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Sequence	000006	Seq. for ACx580 R6	16.05.2013	31.12.9999	Created	16.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0010	Production start - start	29.05.2013	31.12.9999	Created	29.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0011	Production start - end	29.05.2013	31.12.9999	Created	29.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0020	Main assembly 1 - start	29.05.2013	31.12.9999	Created	29.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0021	Main assembly 1 - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0035	Hipot - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0036	Hipot - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0037	Hipot+ - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0038	Hipot+ - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0040	Testing - start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0041	Testing - end	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0045	Outfitting - Start	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Operation	0050	Packing - End	18.10.2015	31.12.9999	Created	18.10.2015	FISINIKARI
	Sequence	000007	Seq. for ACx580 R7-R9	30.08.2013	31.12.9999	Created	16.05.2013	FJARVANTE
	Operation	0010	Production start - start	30.08.2013	31.12.9999	Created	30.08.2013	FJARVANTE
	Operation	0011	Heat sink assembly	30.08.2013		Deleted	23.05.2014	FJUMUS1

Kuva 25. Näkymä CA60-transaktiosta.

Yhtenä apuvälineenä ylläpitoprosessin luomisessa oli Google Form -työkalu. Sillä luotiin muille tuotannonsuunnittelijoille kysely tarpeista, jotka liittyvät ylläpitoprosessin dokumentaatioon. Tämä antoi laaja-alaisemman näkökulman ja auttoi ymmärtämään koke-neempien tuotannonsuunnittelijoiden ajatuksenjuoksua ja estämään mahdolliset kom-pastuskivet dokumentaation luomisessa. Dokumentaation tarkoituksena oli, että sitä voi soveltaa ja käyttää muillakin tuotantoalueilla kuin vain Large Drives -tuotantolinjalla, jo-hon tässä työssä suurilta osin keskityttiin.

Mietittäessä ylläpitoprosessin rakennetta tarvittiin lista tiedoista, joita tulisi seurata ja päi-vittää tasaisin väliajoin. Ensisijaisena tavoitteena oli ottaa huomioon asiat, jotka vaikut-tavat merkittävästi tuotekustannuksien syntyyn tai muuten tuotannon toimintaan. Loppu-tulemana päädyttiin seuraaviin tietoihin:

- oikein määritellyt työvaiheoperaatiot ja sekvenssit
- ajantasaiset vaiheikatiedot jokaisella operaatiolla
- oikein määritellyt työpistetiedot operaatioille

- oikeat tuotteet allokoitu oikeille vaiheaikaluetteloille ja riippuvuudet kunnossa
- operaatioille määritelty oikea hallinta-avain (control key)
- vaiheluetteloihin määritelty oikeat osaluettelot ja komponentit
- muut mahdolliset käyttäjää helpottavat tiedot (vaiheaikojen ja sekvenssien nimet, operaationumerot ynnä muut sellaiset).

Näiden tietojen lopputuloksena syntyi dokumentaatio, joka ohjeistaa tekemään ja ylläpitämään mainitut toimenpiteet. Dokumentaatio auttaa myös lukijaa ymmärtämään, miksi toimenpiteet tulee tehdä ja kuinka ne vaikuttavat vaiheluettelotietojen toimintaan.

## 8 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin vaiheaikaluettelotietojen merkitystä tuotekustannuksiin ja sitä, minkälainen dokumentaatio ja ylläpitoprosessi tarvitaan, jotta tuotekustannukset pysyvät ajan tasalla. Vaiheluettelotietojen ylläpitäminen oli aiheuttanut paljon haasteita yritykselle, eikä siihen ollut saatu selkeää toimintamallia. Tavoitteena oli löytää ja kehittää helppokäyttöinen toimintamalli, jota dokumentaatio tukee, ja löytää parannusehdotuksia yleisesti SAP-tuotannonsuunnittelumoduulin perustietojen käyttöön ja ylläpitoon tuotannon toiminnan tehostamiseksi.

Työssä esitetyt uudet vaiheajat toivat parannusta tuotantokustannuksiin, ja esille tuli sitä kautta monia muita ongelmia ja kehitysideoita. Tuotantolinjalla on tällä hetkellä ja tulevaisuudessa tapahtumassa paljon muutoksia, joten kaikkia kehitysideoita ei voi edes tällä hetkellä toteuttaa, vaikka ne koetaan toteuttamiskelpoisiksi. Loppuvarustelun osalta tämä insinööriyö ei tuottanut kehitysideoita, ainoastaan vaiheaikojen päivitykset. Tämä liittyy tulevaan tuotantotilan asettelun muutokseen, joten tarvittavat loppuvarustelun vaiheluettelotietoihin liittyvät muutokset kannattaa tehdä vasta tuotantotilan uudelleenasettelun jälkeen.

Pääpaino oli toiminnanohjausjärjestelmän tiedoissa, mutta parannusehdotuksissa kuitenkin sivuttiin toimia, jotka vaikuttavat suoraan tuotantoon tai tuotantoalueeseen. Läpimeno- ja vaiheaikojen parantaminen vaikuttaa tuotantolaitoksessa ja toiminnanohjaus-

järjestelmässä moneen toimintoon, joten niiden parantamiseen kannattaa kiinnittää huomiota. Seuraava iso kustannuserä liittyy materiaaleihin ja toimittajaverkoston hallintaan, johon tulisi kustannusnäkökulmasta kiinnittää seuraavaksi huomiota.

Jatkokehitystä kaipaavat myös monet eri prosessit tuotantolinjalla ja sen ulkopuolella. ABB:llä on käytössä lukuisia eri järjestelmiä ja prosesseja, joilla voidaan seurata erinäisiä asioita. Yhden prosessin sisällä saatetaan käyttää useita eri tietojärjestelmiä, ja monissa tapauksissa mukana on myös paljon manuaalista merkitsemistä joko paperille, valkotau-luun tai sähköiseen tietokantaan. Tiedon kokoaminen yhteen ja sen pitäminen ajan ta-salla vaatii paljon ylimääräisiä työtunteja ja pahimmissa tapauksessa tietoa häviää. Tuo-tantolinjojen välillä on myös paljon eroavaisuuksia. Usein toisella linjalla käytössä olevan hyväksi todetun prosessin vieminen eri tuotantolinjalle vie liikaa aikaa tai sitä ei saada toteutettua ollenkaan. Koko Drives-liiketoimintayksikköön tulisi saada moneen prosessiin standardisoitu toimintamalli, jota noudattamalla ongelmien ratkominen on helpompaa ja mahdolliset kehitystoimet koskisivat laajempaa kokonaisuutta. Tässä insinööriyössä mainittu SAP-transaktio ZGTR\_CFG\_ROUTING on hyvä esimerkki työkalusta, joka tuo jokaiselle tuotantolinjalle hyötyä riippumatta siitä, mihin tulosyksikköön se kuuluu.

## Lähteet

A Deep Dive on Configurable Bill of Materials. Verkkodokumentti. eLogic. <<http://www.gottipatiblog.com/wp-content/uploads/2015/11/CWG-2015.pdf>>. Luettu 28.1.2018.

ABB – What is a drive? Verkkovideo. ABB Drives. <<https://www.youtube.com/embed/vz4a65ALLs0?html5=1&rel=0&wmode=transparent&autoplay=1>>. Katsottu 22.10.2017.

ABB lyhyesti. 2017. Verkkodokumentti. ABB. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>>. Luettu 10.10.2017.

ABB:n teollisuustaaajuusmuuttajat, ACS880-taajuusmuuttajat tuoteluettelo. Verkkodokumentti. ABB. <[https://library.e.abb.com/public/cb0da58246ba4a62aaae948d808fcc7d/FI\\_ACS880\\_single\\_drives\\_3AUA0000124140\\_RevJ.pdf](https://library.e.abb.com/public/cb0da58246ba4a62aaae948d808fcc7d/FI_ACS880_single_drives_3AUA0000124140_RevJ.pdf)>. Luettu 22.10.2017.

Dickersbach, Jörg Thomas & Keller, Gerhard. 2011. Production Planning and Control with SAP ERP. Galileo Press.

Frequency converter save energy. 2017. Verkkodokumentti. ABB. <<http://www.abb.com/cawp/seitp202/c021cff9d9ae8492c12579190030d893.aspx>>. Luettu 22.10.2017.

Haverila, Matti J.; Uusi-Rauva, Erkki; Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Infacs.

Heizer, Jay & Render, Barry. 2000. Principles of Operation Management. Prentice Hall Professional Technical Reference.

Lessing, Allan. The 10 types of BOM's explained. Verkkodokumentti. OptiProERP. <<http://www.optiproerp.com/10-types-boms-explained/>>. Luettu 28.1.2018.

Magee, David. 2007. How Toyota Became #1. Portfolio Hardcover.

Ritvanen, Virpi; Inkiläinen, Aimo; von Bell, Anders & Santala, Jouko. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.

SAP Company Information. Verkkodokumentti. SAP SE. <<https://www.sap.com/corporate/en/company.html>>. Luettu 18.9.2017.

SAP Help, BOM. Verkkodokumentti. SAP SE. <[https://help.sap.com/erp2005\\_ehp\\_08/help-data/en/8d/08c453f57eb44ce10000000a174cb4/frameset.htm](https://help.sap.com/erp2005_ehp_08/help-data/en/8d/08c453f57eb44ce10000000a174cb4/frameset.htm)>. Luettu 21.10.2017.



SAP Help, Routings. Verkkodokumentti. SAP SE.  
<[https://help.sap.com/saphelp\\_erp60\\_sp/helpdata/en/86/f5/bb53707db44ce10000000a174cb4/frameset.htm](https://help.sap.com/saphelp_erp60_sp/helpdata/en/86/f5/bb53707db44ce10000000a174cb4/frameset.htm)>. Luettu 21.10.2017.

SAP modules – SAP FI, SAP CO, SAP SD, SAP HCM and more. Verkkodokumentti. Simplilearn Solutions. <<https://www.simplilearn.com/sap-modules-sap-fi-sap-co-sap-sd-sap-hcm-and-more-rar111-article>>. Luettu 18.9.2017.

Tilauksesta kokoonpano (ATO). Verkkodokumentti. Logistiikan maailma.  
<<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-kokoonpano-ato/>>. Luettu 28.1.2018.

Tilauksesta suunnittelu (ETO). Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-suunnittelu-eto/>>. Luettu 28.1.2018.

Toiminnanohjausjärjestelmä. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/>>. Luettu 10.10.2017.

Tuotannon layout. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>>. Luettu 24.12.2017.

Tuotantomuodot. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantomuodot/>>. Luettu 19.3.2018.

Weber, Björn. 2013. First Steps in the SAP Production Processes (PP). E-kirja. Espresso tutorials.

## **Vaiheajat Large Drives -tuotantoalueella nyt ja tulevaisuudessa**

Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

## Vaiheikatietojen ylläpitoloki

Routing/task list grp	Grp Counter	Grpin kuvaus	Sekvenssi	Sekvenssin kuvaus	Operatiot ajan tasalla?	Vaiheajat oikein?	Operatiolla oikeat work centerit?	
50051365	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			7	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50025694	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1-R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50063497	1	ACS880-04 R10-R11	6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50073333	1	AC0X80-11/31 R3,R6,R8 routing	1	Seq. for AC0X80-11/31 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for AC0X80-11/31 R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for AC0X80-11/31 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50076074	1	AC0X80-14/34 R11	1	Seq. for ACS880 14/34 R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50002514	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50049735	1	FREQUENCY CONVERTER	2	Drives Service ACS800 production	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			1	Seq. for ACS880 R1-R3 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R4 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R5 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R6 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	q. for ACS880 R7-R9 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R10-R11 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
105_PROD	1	DS Production Lines 2-3	2	Drives Service Production Line 2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Drives Service Production Line 3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	2	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	3	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	4	DS Production Line 3 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	5	DS Production Line 2 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
080X8	1	ACS800 R8 perusrouting	0	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50007772	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50073133	1	ACS880-04F R11 routing	1	Seq. for ACS880-04F R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
Routing/task list grp	Grp Counter	Grpin kuvaus	Sekvenssi	Sekvenssin kuvaus	BOM/materiaalilokatio 7	Nimeldmisdyntö vastas nlytllännett?	Tarvotseko lchä tuotteita routingin/sekvenssin alle?	
50051365	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			7	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50025694	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1-R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50063497	1	ACS880-04 R10-R11	6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50073333	1	AC0X80-11/31 R3,R6,R8 routing	1	Seq. for AC0X80-11/31 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for AC0X80-11/31 R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for AC0X80-11/31 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50076074	1	AC0X80-14/34 R11	1	Seq. for ACS880 14/34 R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50002514	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50049735	1	FREQUENCY CONVERTER	2	Drives Service ACS800 production	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			1	Seq. for ACS880 R1-R3 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			2	Seq. for ACS880 R4 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Seq. for ACS880 R5 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			4	Seq. for ACS880 R6 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			5	q. for ACS880 R7-R9 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			6	Seq. for ACS880 R10-R11 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
105_PROD	1	DS Production Lines 2-3	2	Drives Service Production Line 2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
			3	Drives Service Production Line 3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	2	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	3	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	4	DS Production Line 3 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
	5	DS Production Line 2 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
080X8	1	ACS800 R8 perusrouting	0	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50007772	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
50073133	1	ACS880-04F R11 routing	1	Seq. for ACS880-04F R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE	
Routing/task list grp	Grp Counter	Grpin kuvaus	Sekvenssi	Sekvenssin kuvaus	Control Key?	Muutoksen tekijä/tarkistaja	Pvm	Lisäkommentit/kehdyt muutokset
50051365	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			2	Seq. for ACS880 R2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			3	Seq. for ACS880 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			4	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			5	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			6	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			7	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50025694	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for ACS880 R1-R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			2	Seq. for ACS880 R4	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			3	Seq. for ACS880 R5	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			4	Seq. for ACS880 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			5	Seq. for ACS880 R7-R9	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50063497	1	ACS880-04 R10-R11	6	Seq. for ACS880 R10-R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50073333	1	AC0X80-11/31 R3,R6,R8 routing	1	Seq. for AC0X80-11/31 R3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			2	Seq. for AC0X80-11/31 R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			3	Seq. for AC0X80-11/31 R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50076074	1	AC0X80-14/34 R11	1	Seq. for ACS880 14/34 R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50002514	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R6	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50049735	1	FREQUENCY CONVERTER	2	Drives Service ACS800 production	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			1	Seq. for ACS880 R1-R3 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			2	Seq. for ACS880 R4 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			3	Seq. for ACS880 R5 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			4	Seq. for ACS880 R6 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			5	q. for ACS880 R7-R9 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			6	Seq. for ACS880 R10-R11 Late konfig	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
105_PROD	1	DS Production Lines 2-3	2	Drives Service Production Line 2	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
			3	Drives Service Production Line 3	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
	2	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
	3	DS Production Line 1	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
	4	DS Production Line 3 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
	5	DS Production Line 2 non-VC	-	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
080X8	1	ACS800 R8 perusrouting	0	-	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50007772	1	FREQUENCY CONVERTER	1	Seq. for R8	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			
50073133	1	ACS880-04F R11 routing	1	Seq. for ACS880-04F R11	<input type="checkbox"/> Jaisa <input type="checkbox"/> JE			